

Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України
Житомирський державний університет імені Івана Франка

**О.К. Ткаченко, В.Л. Рудніцький, А.В.
Зіновчук**

Методика наукових досліджень

*Методичний посібник для студентів старших курсів
спеціальності “фізика”*

Житомир
Вид-во ЖДУ ім. І.Франка
2012

Зміст

Вступ	2
Процес наукової творчості: основні терміни й поняття	3
Процес проведення наукового дослідження	12
Представлення результатів наукового дослідження	18
Особливості організації наукових досліджень по дисертації	25
Методологія наукового пошуку	34
Прояв законів логіки в науковій творчості	43
Практичне використання законів логіки.....	48
Пошук свого винаходу: формування навичок новаторської творчості.....	59
Активізація винахідницької діяльності. Евристика.....	65
Методи винахідницької творчості.....	69
Алгоритм рішення винахідницьких завдань.....	84
Вдалий вибір теми дисертації – основа успіху здобувача вченого ступеня...88	
Складання індивідуального і робочого плану роботи над дисертацією.....	96
Робота з обґрунтування вибору напрямку досліджень (робота над оглядом літератури по темі).....	102
Методика теоретичних досліджень.....	110
Методика експериментальних досліджень.....	118
Коректність математичної обробки результатів експерименту.....	123
Похибки експериментальних вимірювань.....	129
Графічне представлення результатів наукової роботи.....	135
Список рекомендованих джерел і літератури.....	147

ВСТУП

Науково-дослідницька діяльність, як частковий вид продуктивної діяльності, направлена на отримання об'єктивно чи суб'єктивно нового результату. Особливістю роботи над дисертацією є те, що вона завжди направлена на об'єктивно новий результат. У випадку такого роду діяльності виникає необхідність її організації, тобто використання методології. Для молодих науковців, що шукають шлях до вченого ступеня, важливо оволодіти набором знань, необхідних для подолання цього шляху. Перед усім, звичайно, знань, які стосуються змісту самої дисертації. Однак не менш важливу роль відіграють знання про те, як організувати роботу над дисертацією, як використовувати методів наукового пізнання та застосувати закони логіки в процесі наукового пошуку, тобто знання методологічного характеру. У відповідності до цього, об'єктом розгляду цього посібника є саме питання пов'язані з методологією наукової діяльності.

Матеріал книги розділений на 19 частин. В перших частинах аналізуються поняття, які характеризують процес наукової творчості та наукової діяльності, особливості організації досліджень по дисертації, методологія наукового пошуку. В окремій частині виділяється огляд питань пов'язаних з законами логіки в науковій творчості, методами і прийомами емпіричного і теоретичного пізнання, а також методикою їх практичного застосування в науково-дослідній і практичній діяльності. Останні частини книги присвячені рекомендаціям молодим науковцям по організації роботи над оглядом літератури по темі дисертації, теоретичним та експериментальним дослідженням, а також написанню кожного із стандартних розділів кандидатської дисертації.

Автори сподіваються, що представлений у посібнику матеріал стане корисним молодим науковцям при підготовці і захисті дисертаційних робіт, а також студентам університетів, які планують пов'язати своє майбутнє з науковою діяльністю.

ПІЗНАННЯ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ НАУКОВОЇ ТВОРЧОСТІ – ОСНОВА УСПІШНОЇ ПІДГОТОВКИ ЗДОБУВАЧА

Процес наукової творчості: основні терміни й поняття

Поняття й терміни, що характеризують процес наукової творчості вцілому.

Присудження вченого ступеня доктора наук і кандидата наук є свідченням вищої наукової кваліфікації вченого, визнанням його здатності самостійно вирішувати наукові завдання й проблеми. Захист дисертації – це не тільки підтвердження глибоких професійних знань здобувача в тій конкретній галузі науки, у якій він працює, але і його здатності методично забезпечити дослідницький процес. Аналіз атестаційних справ здобувачів показує, що, на жаль, далеко не завжди рівень знань здобувачів у цьому плані відповідає сучасним вимогам.

Основні поняття (терміни), що використовуються при оформленні результатів наукових досліджень й їх публічному захисті, умовно можна розділити на наступні групи:

1) терміни, що характеризують процес наукової творчості вцілому: наука, наукова діяльність, наукове знання, фундаментальні й прикладні наукові дослідження;

2) терміни, що служать для систематизації наукових знань: галузь науки; наукова спеціальність, паспорт спеціальності;

3) атрибутивні, що характеризують конкретне наукове дослідження і використовуються для вирізнення напрямку цього дослідження з багатьох інших напрямків: розв'язувана проблема, мета й завдання наукового дослідження, тема, гіпотеза, предмет (об'єкт) дослідження;

4) терміни, що характеризують процес проведення наукового дослідження: експеримент, метод, методика;

5) терміни, що визначають результат наукового дослідження: закономірність, закон, постулати, теорія, наукові положення й висновки;

6) терміни, що визначають форми подання результатів наукового дослідження: науковий звіт, дисертація, наукова стаття, наукова доповідь і тези доповіді, винахід, і т.п.;

7) терміни, що описують практичну реалізацію результатів наукового дослідження: довідка про використання, акт про впровадження, промисловий зразок, технологія і т.п.

Поняття **наука** – це досить ємнісний і складний за спектром показників і характеристик термін. В «Великій радянській енциклопедії» зазначено, що «наука – це сфера людської діяльності, функцією якої є вироблення і теоретична систематизація об'єктивних знань про дійсність, одна з форм суспільної свідомості». По інших визначеннях наука – це система знань про закономірності і закони перетворення одних форм матерії в інші, постійний процес породження нового знання на базі вже наявного, система знання, що розвивається, і творча діяльність, що забезпечує цей розвиток, інструмент, за допомогою якого людина реалізує можливість пізнання і найбільш доцільного освоєння і перетворення навколишнього світу.

Наукова діяльність – творча діяльність, спрямована на одержання нових знань про людину, природу, суспільство, штучно створених об'єктах і на використання наукових знань для розробки нових способів їхнього застосування.

Наукове дослідження – один з видів пізнавальної діяльності, що представляє собою процес вироблення нових наукових знань. Це цілеспрямоване пізнання, комплекс логічних побудов і експериментальних операцій, виконаних відносно об'єкта дослідження для визначення властивостей об'єкта і закономірностей його поведінки.

Продуктом наукового дослідження є **наукові знання**. Наукові знання з'являються лише тоді, коли поставлена певна мета, коли в результаті застосування відповідних методів отримані достовірні експериментальні дані про розглянуті явища, систематизація і обробка яких, дозволила розкрити

закономірності, а також зробити логічно обґрунтовані та аргументовані висновки.

У сучасній науці прийнято виділяти два напрямки досліджень: фундаментальні і прикладні наукові дослідження.

Фундаментальні наукові дослідження – це теоретичні та (або) експериментальні дослідження, спрямовані на одержання нових знань про основні закономірності розвитку природи, людини, суспільства і штучно створених об'єктів (на виявлення та вивчення основних законів, об'єктів, явищ (процесів) і властивостей природи, суспільства, мислення і техніки). Підсумком реалізації фундаментальних досліджень може бути не тільки відкриття та опис нових, невідомих раніше в науці законів, явищ або процесів, розкриття механізмів і закономірностей їхнього протікання, але й пізнання нових закономірностей, відштовхуючись від вже відомих законів й явищ.

Прикладні наукові дослідження – дослідження, спрямовані на застосування результатів фундаментальних наукових досліджень, досягнення практичних цілей і рішення конкретних завдань. Вони мають своєю метою цілком конкретне використання фундаментальних знань у практичній діяльності людей, обґрунтування шляхів використання можливих позитивних результатів людством у практичній діяльності або захист людини від негативних наслідків в екстремальних умовах застосування нових знань. Характерною рисою таких досліджень є можливість прогнозування з досить високою ймовірністю строків реалізації поставленої мети, кінцевих результатів та їхньої економічної ефективності.

Характерною рисою сучасного періоду розвитку суспільства є те, що практичні завдання по створенню нових речовин і матеріалів, виведенню нових сортів рослин і порід худоби, обґрунтуванню оптимальних варіантів виробництв, впровадженню нових сучасних технологій, технологічних ліній, машин й устаткування, режимів їхньої роботи, конструкцій робочих органів окремих видів техніки неможливо без комплексного наукового дослідження,

що має ознаки фундаментальності. При цьому часовий період, що розділяє фундаментальні розробки і їхню практичну реалізацію, різко скоротився. Те, що раніше здійснювалося в науці протягом декількох років, а іноді й десятиліть, сьогодні, в умовах жорсткості конкурентної боротьби за ринки збуту, може займати місяці і навіть менше. Це приводить до постійного формування все нових і нових напрямків у науці.

Поняття й терміни, що служать для систематизації наукових знань

Окремі напрямки поєднуються в **галузі науки** на основі спільності об'єктів дослідження. У словниках даються такі визначення окремих галузей науки:

фізика – наука про властивості і будову матерії, про форми її руху і зміни, про загальні закономірності явищ природи;

математика – наука, що вивчає величини, кількісні відношення, а також просторові форми;

хімія – наука про речовини, їх склад, будову, властивості та взаємні перетворення;

біологія – комплекс наук про живу природу, про закономірності органічного життя;

геологія – наука про будову, склад історії земної кори, про методи відшукань корисних копалин;

мінералогія – наука про мінерали («природні неорганічні хімічні речовини, що входять в склад земної кори і звичайно служать предметом добування як корисна копалина»);

технічні науки – науки, що вивчають закономірності розвитку техніки і визначають способи найкращого її використання;

економіка – галузь науки, яка вивчає функціональні або галузеві аспекти економічних відношень;

філософія – наука про найбільш загальні закони розвитку природи, суспільства і мислення;

філологія – сукупність наук, які вивчають культуру народу, що виражається в мові і літературній творчості;

географія – комплекс наук, що вивчають поверхню Землі з її природними умовами, розподіл на ній населення, економічних ресурсів;

юридичні науки – які відносяться до права, тобто науки, які вивчають сукупність норм і правил, що встановлюються і охороняються державною владою, які регулюють відношення людей в суспільстві;

педагогіка – наука про виховання і навчання;

медицина – сукупність наук про хвороби, їх лікування і попередження;

фармацевтика (фармація) – частина науки про ліки, яка займається пошуком, заготовкою, зберіганням і відпусканням лікувальних засобів;

ветеринарія – наука про хвороби тварин і їх лікування;

мистецтвознавство – наука про мистецтва;

архітектура – мистецтво будувати;

психологія – наука, що вивчає процеси і закономірності психічної діяльності;

соціологія – наука про суспільство, відношення в суспільстві;

військова наука – система знань про умови виникнення і форми та способи ведення війни, про організацію збройних сил і їх застосування у війні;

культурологія – наука, яка вивчає сукупність досягнень людства в виробничому, розумовому і суспільному відношеннях;

політичні науки – наука про політичні відношення і діяльність людей, закономірності розвитку політичних систем, про сутність, форми і методи політичної влади.

Конкретне наукове дослідження найчастіше реалізується в рамках однієї галузі науки, хоча випадки виконання наукового дослідження на стику двох і навіть більше галузей науки не так вже рідкі й досить плідні з позицій новизни отриманих результатів.

Сукупність напрямків дослідження, близьких по своїм цілям, методам одержання нових знань і їхнього застосування, поєднуються в **наукову спеціальність** (дослідницьку спеціальність), що визначається як стійко сформована сфера, досліджень, що включає певну кількість дослідницьких проблем по одній науковій дисципліні, включаючи область її застосування. Віднесення дисертаційного дослідження до тієї або іншої спеціальності визначається основними науковими результатами і положеннями, що виносять здобувачем на захист. Зміст дисертаційного дослідження може відноситися і до двох суміжних спеціальностей.

Для коректного віднесення результатів наукових досліджень до тієї або іншої наукової спеціальності варто керуватися **паспортом спеціальності** – документом, у якому сформульований не тільки досліджуваний предмет, але і окреслена область дослідження, а також зроблені розмежування із суміжними та супутніми спеціальностями. Паспорт дозволяє однозначно визначити спеціальність по якій виконана робота. Наукова праця (зокрема, дисертація) відноситься до конкретної спеціальності, якщо нові результати (положення, що виносяться на захист) відносяться до області досліджень, окресленої паспортом однієї спеціальності даної галузі науки. Нові результати можуть лежати в області, окресленої перетинанням областей суміжних спеціальностей. В цьому випадку наукова праця (дисертація) представляється по цих пересічних суміжних областях. У випадку дисертаційного дослідження варто мати на увазі, що якщо положення, що виносяться на захист, повністю входять в область перетинання двох суміжних спеціальностей, послідовність подання цих суміжних спеціальностей у списку (на титульному аркуші дисертації та автореферату) може бути довільною. Якщо хоча б одна із суміжних спеціальностей має пріоритет по числу положень, що виносяться на захист, то саме ця спеціальність повинна бути перша в списку.

Атрибутивні поняття і терміни, що характеризують конкретне наукове дослідження

Будь-яке наукове дослідження, що відноситься до конкретної галузі науки й наукової спеціальності, повинне починатися з вибору **мети дослідження** (передбачення у свідомості результату, на досягнення якого спрямоване дослідження). У випадку дисертаційного дослідження досягнення поставленої мети повинно забезпечуватися мінімальною кількістю розв'язуваних науково-дослідних завдань – тільки в такому випадку наукова праця може відповідати критеріям кваліфікаційної роботи (на підставі якої може бути присуджений відповідний вчений ступінь).

Наукове завдання можна визначити як стан протиріччя між досягнутим рівнем у конкретній області наукового знання і нових об'єктивних фактів, отриманих на практиці, що не вписуються в існуючі і загальноприйняті стандарти цього рівня.

Наукова проблема – це комплекс взаємозалежних теоретичних і практичних наукових завдань. Проблема визначається як пошукова форма наукового знання (що виникає в ході пізнання питання або цілісний комплекс питань), за допомогою якої фіксується досягнутий рівень вивченості об'єкта і визначається напрямок подальших досліджень. Для свого рішення проблема вимагає значного поглиблення існуючих уявлень на основі результатів фундаментальних досліджень, застосування нових технологій або більш досконаліших технічних засобів. Така ситуація постійно виникає не тільки в області фундаментальних і прикладних досліджень, але й у процесі об'єктивного розвитку кожної з галузей виробництва. Основною вимогою до формулювання наукової проблеми є те, що вона повинна включати мінімально можливе коло завдань, які настільки зв'язані один з одним, що без рішення одного з них не можна досить обґрунтовано вирішити проблему в цілому. Збільшення без особливої потреби числа завдань, як правило, приводить до труднощів у формулюванні кінцевих результатів, а іноді й до некоректності обґрунтування шляхів рішення самої проблеми.

Тема наукового дослідження – розділ наукової проблеми, що може розроблятися самостійно на якомусь етапі її розробки. Розчленовування проблеми на її складові незалежні частини дозволяє працювати значному числу здобувачів і навіть творчих колективів, причому по головним із цих частин може бути допущене дублювання.

Тема визначає **назву наукової праці** (зокрема, дисертації) – концентроване вираження суті наукового дослідження, що повинно відбивати суть проблеми, його мети, відповідати змісту. Наукова громадськість уже з назви повинна одержати ясне уявлення, що зроблено в роботі, який основний науковий результат виділяє дану роботу з безлічі інших. Інструкцією з оформлення дисертацій визначено, що назва роботи повинна визначати область наукових досліджень, по можливості коротко і точно відповідати змісту.

Гіпотеза (грец. *hypothesis* – підстава, припущення) – це наукове припущення, висунуте для пояснення якого-небудь явища, потребує перевірки на досліді і теоретичного обґрунтування для того, щоб стати достовірною науковою теорією. Це таке припущення, коли на підставі ряду фактів робиться висновок про властивості самого об'єкта, про причинно-наслідкові зв'язки між параметрами і прикладеному до об'єкта збуджуючими взаємодіями і про інші характеристики об'єкта, причому висновок цей не можна вважати цілком доведеним. Перевірка вірогідності змісту такого висновку й становить мету наукового дослідження.

Об'єкт дослідження – це та частина реального світу, що пізнається, досліджується і (або) перетворюється дослідником. Це те, в об'єктивній реальності, на що спрямовано предметно-практичну і пізнавальну діяльність суб'єкта, що протистоїть йому як незрозуміле. По одній і тій же темі наукового дослідження може бути кілька об'єктів.

Предмет дослідження (пізнання) – зафіксовані на досліді і включені в процес практичної діяльності людини властивості та відносини об'єктів, досліджувані з певною метою в даних умовах і обставинах.

Наукове дослідження, процес пізнання, що реалізується через застосування комплексу спеціальних прийомів – методів пізнання.

Процес проведення наукового дослідження

Поняття і терміни, що характеризують процес проведення наукового дослідження

Метод дослідження (грец. *methodos* – шлях до чого-небудь) – це спосіб досягнення мети, спосіб застосування старого знання про раціональні рішення певних завдань для одержання відомостей про новий об'єкт або предмет досліджень. Багато визначень поняття метод дослідження зводиться до того, що це – шлях пізнання, шлях, що веде до об'єктивного знання.

Сукупність методів, прийомів проведення конкретного дослідження становлять **методику дослідження**. У свою чергу, сукупність методів і методик досліджень, що застосовуються в якій-небудь науці, визначають **методологію** цієї науки. Як відомо, **методологія наукового пізнання** в цілому – це навчання про принципи, форми і способи науково-дослідної діяльності.

У самому загальному виді методи, якими користуються дослідники, можна розділити на три групи: загальнологічні методи пізнання (порівняння, аналіз, синтез, абстрагування, моделювання і т.п.), методи емпіричного дослідження (спостереження, опис, вимір, експеримент) і методи теоретичного дослідження (уявний експеримент, ідеалізація, формалізація і т.п.). Тут визначимо ті з методів, які неоднозначно розуміються здобувачами.

Моделювання – це метод дослідження, що полягає в створенні й вивченні моделі, що замінює досліджуваний об'єкт (оригінал), з наступним переносом отриманої інформації на оригінал, це така мислено уявлювана або матеріально реалізована система, що, відображаючи або відтворюючи об'єкт дослідження, здатна замінювати його так, що її вивчення дає нам нову інформацію про цей об'єкт. Моделювання можна розглядати і як особливий вид експерименту, у якому моделювання одночасно і засіб, і об'єкт

дослідження. Його доцільно використовувати в тих випадках, коли важко (або небажано) пряме експериментальне дослідження.

Експеримент (лат. *experimentum* – проба, досвід) – це метод дослідження, в основі якого лежить цілеспрямований вплив на об'єкт у заданих контрольованих умовах, опосередкований раціональним (в ідеалі теоретичним) знанням. Експеримент передбачає врахування всіх параметрів при постановці наукового досліду (умов його проведення), він повинен бути достовірним і покликаний підтвердити (або спростувати) висунуті гіпотези, встановити раніше невідомі властивості (характеристики) досліджуваних об'єктів, виявити закономірності протікання явищ і процесів.

З експериментом пов'язаний ряд термінів, що визначають конкретні способи фіксування (реєстрації) результатів спостереження. Приведемо найбільш поширені.

Статичні виміри – виміри, при яких вимірювана величина або параметр не змінюється в ході досліду.

Динамічні виміри – виміри, при яких вимірювана величина змінюється в процесі досліду.

Прямі виміри – виміри, при яких вимірювана величина визначається безпосередньо з досліду.

Непрямі виміри – виміри, при яких вимірювана величина визначається функціонально через інші величини, знайдені прямими вимірами.

Особливо точні виміри – еталонні виміри з мінімально можливою похибкою.

Високоточні виміри – виміри, при яких похибка не перевищує заданих значень. Ці виміри застосовуються при перевірці контрольно-вимірювальних приладів або ж при проведенні особливо важливих експериментів з високою точністю.

Технічні виміри – виміри з похибкою, обумовленою особливістю засобів вимірів, головним чином їхніми конструктивно-технологічними особливостями.

Відносні виміри – виміри, які представлені відношенням вимірюваної величини до однойменної по розмірності величини, прийнятої за базову.

Для характеристики правочинності використання результатів вимірів оперують поняттям вірогідності результатів.

Довірчі межі випадкового відхилення результату спостереження – верхня та нижня границі інтервалу, що покриває із заданою ймовірністю випадкове відхилення результату спостереження.

Довірчі межі похибки результатів виміру – верхня та нижня границі інтервалу, що покриває із заданою ймовірністю похибку виміру.

Точність вимірів – ступінь наближення виміру до дійсного значення величини.

Вірогідність – характеристика знань як обґрунтованих, доведених, щирих. В експериментальному природознавстві достовірними знаннями вважаються ті, які одержали документальне підтвердження в ході спостережень і експериментів. Найбільш повним і глибоким критерієм вірогідності знань є суспільно-історична практика. Достовірні знання варто відрізняти від **імовірних знань**, відповідність яких дійсності, стверджується тільки як можлива характеристика. **Вірогідність вимірів** – це показник ступеня довіри до результатів виміру, тобто ймовірність відхилень виміру від дійсних значень. Точність і вірогідність вимірів визначаються похибкою через недосконалість методів і засобів вимірів, старанності проведення досвіду, суб'єктивних особливостей і кваліфікації експериментаторів та інших факторів.

Абсолютна похибка – похибка виміру, виражена в одиницях вимірюваної величини і рівна різниці між значенням, отриманим при вимірах, і істинним значенням вимірюваної величини.

Відносна похибка виміру – відношення абсолютної похибки вимірів до істинного значення вимірюваної величини. Відносна похибка може бути виражена у відсотках.

Систематична похибка виміру – складова похибки виміру, яка залишається постійною або закономірно змінюється при повторних вимірах однієї й тієї ж величини.

Випадкова похибка виміру – складова похибки виміру, що змінюється випадковим чином при повторних вимірах однієї й тієї ж величини.

Груба похибка виміру – похибка виміру, яка істотно перевищує очікувану за даних умов похибку.

Інструментальна похибка виміру – складова похибки, що залежить від похибки застосовуваних засобів виміру.

Відтворюваність вимірів – відносна величина, що відображує близькість результатів вимірів, виконаних у різних умовах: у різний час, у різних місцях, різними методами й засобами.

Терміни і поняття, що визначають результат наукового дослідження

Первинним результатом будь-якого наукового дослідження є **науковий факт** – подія або явище, що є підставою для висновку або підтвердження справедливості висунутої гіпотези або ідеї, що вірогідно відбиває реальну картину. Узагальнення наукових фактів дозволяє зробити висновок – коротко і чітко сформульоване узагальнення по конкретному напрямку, що впливає з матеріалів проведених наукових досліджень. Під час обговорення результатів наукового дослідження нерідко використовується поняття **аспект** – кут зору, під яким розглядається об'єкт (предмет) дослідження.

Щаблями теоретичного знання можна назвати **ідею** (визначальне положення в системі поглядів, теорій, результатів і т.д.), **умовивід** (розумова операція, за допомогою якої з деякої кількості заданих суджень виводиться інше судження, певним чином пов'язане з вихідним), **концепцію** (певний

спосіб розуміння, трактування якого-небудь предмета, явища, процесу; основна точка зору на предмет або явище, керуюча ідея для їхнього систематичного освоєння), **теорію**.

Теорія (грец. *theoria* - спостереження, дослідження) – це комплекс знань у даній галузі науки, суспільної і виробничої діяльності людини, навчання, система наукових принципів, ідей, що узагальнюють практичний досвід і які відображають закономірності природи, суспільства, мислення, тобто логічне узагальнення накопиченого досвіду, суспільної практики, системи ідей у тій або іншій галузі наукового пізнання. Теорія являє собою не безпосереднє, а ідеалізоване відображення досліджуваної діяльності або явища, що відповідає реальній картині навколишньої дійсності.

Принцип (лат. *principium* - основа, першооснова) – основне, вихідне положення якої-небудь теорії, навчання, науки. Під ним розуміється те, що лежить в основі деякої сукупності фактів або знань, узагальнення й поширення якого-небудь положення даної системи на всі явища тієї області, з якої даний принцип абстрагований. Так, у методології наукового дослідження лежать такі принципи, як принцип діалектичної суперечливості пізнання, принцип відповідності, принцип переходу від конкретного до абстрактного, принцип діалектичного відображення руху і т.д. Кожна галузь науки має свої специфічні принципи (наприклад, варіаційні принципи механіки).

Закономірність – об'єктивно існуючий і повторюваний зв'язок між критеріями оцінки стану об'єкта (сукупністю ознак, що змінюються залежно від факторів його функціонування, на підставі яких проводиться оцінка стану) і факторами (зовнішніми і внутрішніми) його функціонування. У гуманітарній сфері закономірність визначається як об'єктивно існуючий, повторюваний, істотний зв'язок явищ громадського життя або етапів історичного процесу.

Закономірності може бути властивий детермінований або статистичний характер. Закономірність детермінованого характеру має місце тоді, коли між

критеріями оцінки стану об'єкта дослідження і його параметрами існує така залежність, що проявляється не тільки в даний момент часу, а й у майбутньому. Закономірність статистичного характеру має місце тоді, коли прояв закономірності в майбутньому можна описати тільки з певним ступенем імовірності.

Якщо встановлена закономірність поширюється на нескінченну кількість об'єктів, а не ставиться тільки до даного об'єкта, то вже має місце **закон**. За словами Ф. Енгельса, форма загальності в природі – це закон. Підтверджена наукова гіпотеза приймається як обмежена закономірність досліджуваних явищ, але якщо встановлені закономірності носять загальний характер, те це – закон.

При рішенні фундаментальних проблем нерідко дослідник відштовхується від сформульованого їм постулату. В енциклопедичних джерелах **постулат** (лат. *postulatum* – *необхідне*) визначається як твердження (судження), прийняте в рамках конкретної наукової теорії за істинне, яке засобами цієї теорії неможливо довести. У цьому змісті постулат відіграє роль **аксіоми**, тобто положення, прийнятого без логічного доказу в силу безпосередньої переконливості.

Представлення результатів наукового дослідження

Терміни й поняття, що визначають форми подання результатів наукового дослідження

Накопичені в результаті виконання наукового дослідження результати і їхня інтерпретація становлять наукову інформацію, що може бути первинною або вторинною. Первинна інформація – це **релевантна** (від англ. *relevant* – *істотний*) інформація, узагальнення результату конкретного наукового дослідження, що включає виявлені закономірності. Вона може бути представлена у вигляді наукового документа, форми якого можуть бути різні: **коротке повідомлення** (стислий виклад результатів проведеного дослідження з метою оперативного і чіткого інформування про виконану роботу на будь-якому етапі досліджень); **наукова доповідь** (опублікований у пресі або прочитаний у вигляді публічного повідомлення перед науковою громадськістю) і **тези доповіді** (опубліковані до початку наукової конференції матеріали попереднього характеру, звичайно у вигляді анотації, реферату або короткого повідомлення)); **наукова стаття** (містить матеріали про стан дослідження); **монографія** (узагальнення по науковим працям з деякого питання). Особливу форму наукового документа представляє **науковий звіт**: це документ, що містить докладний опис методики, хід дослідження (розробки), результати, а також висновки, отримані в процесі виконання науково-дослідної або дослідно-конструкторської роботи. На відміну від перерахованих вище інших наукових документів, науковий звіт, як правило, рукописне видання обмеженого поширення, призначення якого – вичерпно освітити виконану роботу (як правило, дослідницьким колективом) по її завершенню або за певний проміжок часу.

Вторинна інформація може бути: **оглядовою** (систематизовані наукові дані по конкретній науковій темі, основані на аналізі літературних джерел або первинній інформації), **реферативною** (у вигляді анотацій, резюме и рефератів наукових документів), **сигнальною** (різного ступеня стискання з

метою попереднього оповіщення – як приклад, препринт), **довідковою** (систематизовані короткі відомості в певній області знання).

анотація – коротка характеристика змісту, цільового призначення публікації; представляється автором разом з рукописом;

резюме (від *фр. resumer – викладати коротко*) – перерахування основних висновків, що підсумовують зміст публікації; головне його призначення – дати інформацію, на основі якої, читач міг би прийняти рішення, читати або не читати цю публікацію (міститься або перед основним текстом або наприкінці його);

реферат – (від *лат. referre – повідомляти, доповідати*) короткий виклад основного змісту письмового документа; реферат складається або робітником інформаційної служби, або самим автором (**автореферат**), його зміст і оформлення підкоряється вимогам держстандарту, а у випадку автореферату дисертації – інструкції з оформлення;

При поданні результатів дослідження у вигляді друкованої праці авторові пропонується виділити **ключові слова**, тобто слова або словосполучення, які найбільш повно й специфічно характеризують зміст наукового документа або його частини. На підставі ключових слів складається пошуково-інформаційний апарат, полегшується пошук представлених у літературі відомостей по конкретному питанню як у друкованих виданнях, так й в електронних виданнях.

Дисертація також являє собою наукову працю. Головна її особливість полягає в тому, що це – науково-кваліфікаційна робота. В «Великій радянській енциклопедії» подано таке визначення: «Дисертація (від *латинського dissertatio – міркування, дослідження*) – наукова праця, підготовлена з метою її публічного захисту для одержання вченого ступеня. В основу цього визначення покладене тлумачення В.Даля, зроблене їм ще в 19-ому столітті: дисертація – невеликий учений твір з метою довести одне або декілька наукових положень. Дисертації пишуться на одержання вчених ступенів: міркування, пошук, дослідження. Відмінною рисою дисертації від

інших видів наукових праць: монографій, статей, доповідей, тез і т.д. – є те, що вона повинна бути індивідуальною, що свідчить про особистий внесок у науку здобувача, як автора самої роботи. По дисертації, а головне по здатності захистити публічно її основні наукові положення, можна зробити висновок про наукову кваліфікацію здобувача.

Автореферат дисертації – наукове видання у вигляді брошури, що містить складений автором реферат проведеного їм дослідження, представленого на здобуття наукового ступеня.

До цієї ж групи варто віднести також і терміни, що характеризують процес публічного захисту. Дамо визначення основних.

Захистити дисертацію – публічно відстояти на засіданні ради по захисту дисертацій положення своєї дисертаційної роботи, новизну отриманих результатів, висунуті гіпотези.

Дискусія – це суперечка, обговорення якого-небудь питання на зборах, у пресі, бесіді. Розгорнута наукова дискусія фахівців з питань новизни отриманих здобувачем результатів, вірогідності результатів і обґрунтованості застосування використовуваних методик, наукової і практичної значимості отриманих результатів є стрижневою в процедурі захисту дисертації. Відсутність дискусії по дисертації означає ніщо інше, як те, що ця дисертація не представляє ніякого інтересу. У такому випадку виникає питання: якщо отримані результати нікому не цікаві, виходить, вони нікому не потрібні; тоді чи є представлена робота кваліфікованою й чи гідний здобувач шуканого ступеня.

Терміни й поняття, що описують практичну реалізацію результатів наукового дослідження

Дисертація — це насамперед наукова праця, узагальнення результатів наукового дослідження. Як правило, здобувачів учених ступенів орієнтують на те, що дисертація не повинна бути самоціллю. Дисертаційні дослідження повинні бути спрямовані на рішення актуальних економічних або соціальних

проблем. Імпульс розвитку наукових досліджень, аж до самих фундаментальних, самих абстрактних галузей науки, давали запити практики. В умовах, коли кошти, що виділяються державою на розвиток науки, обмежені, суспільство зацікавлене у виконанні таких дисертаційних досліджень, які забезпечують гармонічний і стабільний розвиток всіх сфер громадського життя. Тому практична значимість результатів дисертаційних досліджень повинна бути підтверджена документально. Термінологія, що стосується цього питання, наведена нижче, запозичена з енциклопедичних джерел і з нормативно-правових документів.

Алгоритм – кінцевий набір правил, що дозволяє чисто механічно вирішувати будь-яке конкретне завдання з деякого класу однотипних завдань. При цьому мається на увазі, що вихідні дані можуть змінюватися в певних межах (масовість алгоритму); що процес застосування правил до вихідних даних визначений цілком однозначно (детермінованість алгоритму); що на кожному кроці процесу застосування правил відомо, щоб вважати результатом цього процесу (результативність алгоритму). Обов'язковою вимогою для визнання алгоритму як документу, що підтверджує наукову та практичну цінність результатів дисертаційного дослідження, є проходження відповідної державної експертизи на новизну.

База даних – об'єктивна форма подання і організації сукупності даних, систематизованих таким чином, щоб ці дані могли бути знайдені й оброблені за допомогою ЕОМ.

Винаходом, якому надається правова охорона, визнається технічне рішення в будь-якій галузі науки, що є новим, яке має винахідницький рівень і застосовне промислово. При цьому винахід визнається новим, якщо він не є частиною рівня техніки, що визначається по загальнодоступним в Україні і закордонних країнах відомостям до дати пріоритету винаходу. Винахід має винахідницький рівень, якщо він для фахівця явним чином не слідує з рівня техніки. Винахід є промислово застосовним, якщо він може бути

виготовлений або використаний в промисловості, сільському господарстві, охороні здоров'я й інших галузях діяльності.

Право автора на винахід засвідчує патентом або авторським посвідченням. **Авторське посвідчення** на винахід закріплює за автором цього винаходу право на авторство, винагороду, а за державою – виключне право на використання винаходу. **Патент** – документ, що засвідчує державне визнання технічного рішення винаходу і закріплює за особою, виключне право на винахід.

Відповідно до законодавства, патент видається на винахід пристрою, на спосіб, речовину, штам мікроорганізму, культури кліток рослин і тварин, а також на застосування відомого раніше пристрою, способу, речовини, штаму по новому призначенню, але не може бути виданий на наукові теорії; методи організації господарства і керування ними; умовні позначки, розклади, правила; методи виконання розумових операцій; алгоритми і програми для обчислювальних машин; проекти і схеми планування споруджень, будинків, територій; пропозиції, що стосуються лише зовнішнього вигляду виробів, спрямовані на задоволення естетичних потреб; топології інтегральних мікросхем; сорти рослин, породи тварин; рішення, що суперечать суспільним інтересам, принципам гуманності і моралі. Патентоспроможністю володіють також корисна модель і промисловий зразок.

До **корисної моделі** відноситься «конструктивне виконання засобів виробництва і предметів споживання, а також їхніх складових частин» [53]. **Промисловий зразок** являє собою художнє або художньо-конструкторське рішення, що визначає зовнішній вигляд виробу. Промислові зразки можуть бути об'ємними (моделі), плоскими (малюнки) або комбінованими. Промисловому зразку надається правова охорона, якщо він є новим, оригінальним і промислово застосовним.

Інструкція – внутрішньовідомче видання, що містить перелік правил, положення, вказівки, що встановлюють порядок і способи здійснення якої-

небудь дії, регулюючи виробничу діяльність (повинна мати стверджуючий гриф керівника організації, відомства).

Методичні рекомендації (методичні вказівки) – опис рекомендованих для практичного використання нових або модифікованих способів, прийомів, методик (які мають стверджуючий гриф керівника відомства).

Програми для електронних обчислювальних машин – це, відповідно до, об'єктивна форма подання сукупності команд і даних, призначених для функціонування ЕОМ та інших комп'ютерних пристроїв з метою одержання певного результату, включаючи підготовчі матеріали, отримані в ході розробки програм для ЕОМ, і породжувані нею аудіовізуальні відображення.

Технологічна карта – форма технологічної документації, у якій записаний весь процес обробки виробу, зазначені операції і їхні складові частини, матеріали, виробниче устаткування й технологічні режими, необхідні для виготовлення виробу, час, кваліфікація працівників.

Технологічний регламент – сукупність правил, що визначають технологічний процес (технологію). **Технологія** – сукупність методів обробки, виготовлення, зміни властивостей, форми сировини, матеріалу або напівфабрикату, здійснюваних у процесі виробництва продукції.

Чинність технологічних карт і технологічних регламентів повинна бути підтверджена печатками і підписами посадових осіб підприємства, що застосувало результати дисертаційного дослідження при розробці цих документів.

Топологія інтегральної мікросхеми – зафіксоване на матеріальному носії просторово-геометричне розташування сукупності елементів інтегральної мікросхеми і зв'язків між ними.

Фармакопея (фармакопейна стаття) (від *греч. pharmakon – ліки й poieō - роблю*) – це перелік обов'язкових правил, якими керуються при виготовленні, перевірці, зберіганні і призначенні хворим лікарських

препаратів. Як документ, що підтверджує наукову і практичну значимість, фармакопея приймається за умови ствердження фармакологічним комітетом.

Прямим відбиттям практичної реалізації (або її найближчих перспектив) є **акти випробувань, акти про впровадження** – документи, які засвідчують практичну реалізацію ідей автора дисертаційного дослідження. Ці документи повинні містити інформацію про місце й строки проведення випробувань (впровадження), назва організації, що проводила випробування; прізвища і посади безпосередніх виконавців; характеристику об'єкта випробувань, яка підтверджує, що цей об'єкт представлений автором у його дисертації; чисельні показники випробувань, що підтверджують дані про техніко-економічну або іншу ефективність, а також вказівка, на скількох об'єктах проведені випробування (який обсяг впровадження). Акт повинен бути оформлений і завірений у встановленому порядку для організації, яка проводила випробування.

Інформаційні (рекламні) листки – сукупність реферативної інформації, що описує нові способи, речовини, сорти рослин та ін., їхні споживчі властивості і переваги перед вже використанням з метою оперативного інформування передбачуваних споживачів нових розробок.

Особливості організації наукових досліджень по дисертації

При виконанні будь-якого наукового дослідження, включаючи і дисертаційне, можна виділити кілька етапів:

- вивчення стану питання і вибір теми досліджень;
- постановка мети і завдань досліджень;
- обґрунтування об'єкта і предмета досліджень;
- вибір загальної і конкретної методик досліджень;
- виконання дослідження (проведення експерименту, вивчення документів, формування баз даних та ін.);
- обробка експериментальних даних і опис ходу досліджень;
- подання, аналіз і оцінка результатів досліджень;
- формулювання висновків і наукових положень.

В організації цих етапів у випадку досліджень по дисертації є особливості, які треба враховувати здобувачеві вченого ступеня при плануванні своєї роботи.

Як правило, вирішивши підготувати і захистити дисертацію, здобувач уже має якусь наукову основу, що дозволяє йому зорієнтуватися, у якому науковому напрямку слід розгорнути дослідження. Якщо він до цього не займався дослідницькою роботою (випускник вузу, що надходить в аспірантуру), такий напрямок йому задає передбачуваний науковий керівник (науковий консультант). Перш ніж визначитися з темою дисертаційного дослідження, здобувач повинен переконатися в тому, що обраний ним для підготовки дисертації напрямок досліджень має перспективу майбутнього застосування, що запланований науковий пошук не просте задоволення власної цікавості. Адже результати, що втримуються в дисертації, повинні мати наукову і практичну значимість, економічну і соціальну цінність. Найважливішою умовою успіху в підготовці дисертацій завжди було ведення досліджень по пріоритетних напрямках розвитку науки і галузей економіки (саме в цьому складається актуальність теми – соціальна значимість

передбачуваних нових результатів досліджень і їхня відповідність сучасним потребам суспільства й науки). Якщо тема буде актуальна, то легко буде підтвердити реалізацію результатів досліджень у соціальних, економічних, технологічних і технічних рішеннях, а також в організаційних заходах. У випадку теоретичної роботи поняття актуальності визначається і як необхідність доказу висунутих раніше гіпотез, а також подальшого розвитку положень, розроблювальних тією або іншою науковою школою.

Вибір теми дисертації повинен здійснюватися з врахуванням того, що при її реалізації повинні бути отримані якісь нові результати, раніше ще ніким не отримані. Адже наукова новизна дисертаційного дослідження означає, що це не відтворення того, що зроблено іншими (при проведенні «звичайних» науково-дослідних робіт, які не є кваліфікаційними, інколи саме такі завдання ставляться), а рух уперед, до пізнання невідомості. Для оцінки ймовірності одержання нових даних здобувач повинен відштовхнутися від оглядової інформації загального характеру (знайдені по ключових словах по передбачуваній темі книги, огляди, відомості в електронних засобах інформації або рекомендовані його науковим керівником або науковим консультантом, колегами по роботі). Практика показує, що ідея рішення яких-небудь наукових завдань або проблем виникає як логічне продовження аналізу наявної інформації.

Намагаючись обґрунтувати гіпотетичну новизну результатів майбутньої дисертаційної роботи, здобувач повинен усвідомлювати, що наукове досягнення світового значення, яке володіє абсолютною новизною, зробити в наші дні вдається далеко не всім. Малоімовірно, щоб молодому дослідникові це було по плечу. Найбільше часто новизна носить більше приватний характер, вона має значення для однієї галузі науки (рідше - декількох суміжних), тобто вона є локальною (відносної, місцевої). Цього боятися не треба. Важливо тільки, щоб границі «локального характеру» виходили за межі тої установи, у якому ці нові результати отримані. Важливо, щоб дослідникові було «властиве прагнення вирішувати вперше

висунуте завдання (пошукове) або знайти нове рішення теоретичної або практичної, дати нове тлумачення (пояснення) досліджуваному факту із соціальної або матеріальної дійсності – словом, запропонувати своє, авторське рішення, переконливість якого буде у всіх випадках обумовлена ступенем новизни і корисності, виявленої шляхом порівняльного аналізу». В області гуманітарних наук нерідко поняття наукової новизни перегукується з поняттям «навчальної новизни», здатності систематизувати і обробляти літературний матеріал, застосовувати вже відомий метод у нових умовах, у виборі методу дослідження, у здатності моделювати на нових об'єктах уже відомі явища.

Зробити обґрунтований і вдалий вибір актуальної теми дисертаційного дослідження здобувачеві допоможе науковий керівник або науковий консультант, іноді тема формулюється в ході наукової дискусії з науковим керівником або консультантом, а також з фахівцями відповідного профілю. У цьому питанні велике значення має здатність здобувача, його вміння, абстрагуючись від дійсності, запропонувати новий, а іноді і незвичайний, нетрадиційний, шлях рішення завдання або проблеми, що довгий час попередні дослідники не могли вирішити на основі традиційних підходів.

Накопичена у зв'язку з обґрунтуванням вибору теми інформація допоможе більш чітко визначити мету і завдання дослідження. Безумовно, у науці відомі відкриття, зроблені випадково, однак у цей час, коли розв'язувані проблеми значно ускладнилися, а головне їхнє успішне рішення часто вимагає створення складної матеріально-технічної бази, що має потужну приладову забезпеченість, перевагу має сплановане дослідження. Визначаючи мету і коло завдань, які необхідно вирішити для досягнення цієї мети, здобувач повинен не забувати про новизну. Нові результати досягаються і при створенні винаходу, що захищається патентом, і при створенні нової техніки, технології. Але в цих випадках новизна стосується конкретного об'єкта або вузької групи об'єктів. Дослідник, одержуючи нову властивість, розробляючи новий технічний пристрій, не ставить за мету

встановити, а звідки ж ця властивість проявляється, і чи буде вона спостерігатися при зміні умов спостереження. Виконуючи дисертаційне дослідження, одержавши нові результати, автор прагне встановити кореляційні залежності, пояснити їх і узагальнити, розкрити закономірності, спільності між предметами і явищами.

Безперечно, що краще проведення дисертаційного дослідження в рамках наукової школи, яку очолює відомий вчений, великий фахівець у певній області знань. У цьому випадку запропонована здобувачеві тема розвиває раніше виконані дослідження і базується на отриманих раніше результатах у рамках уже апробованої концепції. Наукова школа має у своєму розпорядженні адаптовані до розв'язування наукових завдань методики. Проведення дисертаційних досліджень у такій науковій школі, нехай навіть і не під керівництвом її засновника, значно скорочує строки їхнього виконання. Потрапити в таку школу – ця мрія багатьох аспірантів, особливо після відповідного періоду власних шукань, періоду «спроб і помилок».

Швидше за все, у відомій своїми досягненнями науковій школі, дисертантові буде запропоновано вирішити якісь часткові завдання, однак їхня значимість анітрошки від цього не зменшується, тому що в цьому випадку розкривається хоча й невеликій області незнання, однак дуже важлива для подальшого пізнання нових явищ, для рішення серйозних наукових проблем. При цьому, безсумнівно, від здобувача необхідна фундаментальна теоретична підготовка по найважливіших розділах відповідних наук, тому що тільки на цій основі можливе досягнення успіху. На початку роботи із цієї тематики здобувачеві часто здається, що щось нове знайти тут просто неможливо. У цьому випадку треба вірити в інтуїцію тих людей, які оточують здобувача, і цілеспрямовано працювати у вибраному напрямку. У міру поглиблення знань дослідникові відкриваються нові сторони проблеми, про які часом невідомо було навіть його попередникам. Праця і завзятість у досягненні мети – от ті основні джерела успіху в

підготовці дисертації. Без них розраховувати на успіх не треба. Легких шляхів у справжньої науки ніколи не було.

Звичайно весь той матеріал, що дослідник почерпнув для обґрунтування вибору теми, мети і завдань, відіграє допоміжну роль і, як правило, у вигляді самостійної наукової праці не оформляється. У випадку дисертаційного дослідження здатність провести аналіз і узагальнення літературних джерел, уміння критично їх осмислити й на підставі цього визначити, як конкретно далі розвивати дослідження в цій області – один із критеріїв кваліфікаційної оцінки здобувача вченого ступеня. Крім того, знайомство з літературними джерелами – це опосередкований інформаційний контакт, найпоширеніший тип інформаційної комунікації. При успішному розвитку такого контакту надалі може виникнути не тільки непрямий (переписка і обмін публікаціями), але й прямий інформаційний контакт, що виражається в організації відряджень у наукові центри з метою проведення експерименту та обговорення результатів з фахівцями центра, в участі в конференціях. Тому робота з літературними джерелами з обґрунтування вибору теми тільки починається, вона повинна розширюватися протягом усього періоду виконання дисертаційного дослідження. Оформлення аналітичного огляду літератури (розділу, що є майже у всіх дисертаціях) – це концентроване вираження підсумку такої роботи.

Приступаючи до виконання дисертаційного дослідження, здобувач не має того запасу знань, того кругозору, яким він буде володіти до моменту завершення роботи над дисертацією. Та й логіка розвитку дослідження може зажадати відхилитися від раніше складеного плану. У зв'язку з цим немає нічого протиприродного в тім, що формулювання назви, мети і завдань дисертаційного дослідження в ході виконання роботи буде уточнюватися й коректуватися.

Дисертант повинен не тільки виявити і описати нову властивість, але й пояснити її, обґрунтувати, як ця властивість буде проявлятися при різних взаємодіях. При цьому, дуже важливим моментом є визначення об'єкта

(об'єктів) і предмета дослідження, тобто ухвалення рішення, на яку конкретно частину реального світу йому варто направити свої зусилля, щоб досягти поставленої мети, які саме властивості або ж взаємодії при цьому треба буде вивчати. Оскільки новизну може виявити лише зіставлення, важливо, щоб обрані об'єкти допускали таке зіставлення. У той же час не слід вибирати для вивчення безліч об'єктів – їхня кількість повинна бути мінімальною з погляду достатності для досягнення поставленої мети.

Наукове дослідження, процес пізнання, реалізується через застосування комплексу спеціальних прийомів – методів пізнання. Використовувані методи повинні забезпечити надійність і відтворюваність даних, їхню вірогідність. Надійність отриманих результатів значно вище, якщо вони підтверджуються декількома (краще принципово різними, незалежними, а не однотипними) методами. З особливою обережністю варто ставитися до інструментальних методів. При їхньому виборі варто відразу визначитися, чи не перевищує похибка вимірів з використанням обраного методу ту різницю в зміні спостережуваного параметра, що необхідна, щоб зафіксувати очікувану закономірність.

Приступивши до безпосереднього виконання дисертаційного дослідження, здобувач повинен раціонально розподіляти свій час. Необхідно розумно чергувати нагромадження експериментальних даних з їхнім осмисленням. Якщо аналіз експериментальних результатів планувати як заключний етап роботи, то може виявитися, що такий аналіз виявить необхідність для підкріплення висунутої гіпотези проведення додаткової серії вимірів. Але, коли така необхідність дійсно виникне, експериментальна установка для проведення додаткових вимірів може виявиться вже демонтованою. До того ж здобувач повинен не забувати про те, що відповідно до нормативних вимог, до моменту подання дисертації до захисту, основні результати повинні бути вже опублікованими. Тому здобувач не повинен відкладати вирішення одразу всіх завдань на заключний етап. Більш раціональнішим було б послідовне вирішення кожного з поставлених

завдань, розглядаючи їх як етапи роботи. Причому в завершення кожного етапу варто прагнути оформити публікацію.

Звичайно, різноманіття наукових напрямків не дозволяє дати рецепти, придатні рівною мірою всім аспірантам і здобувачам. Бувають випадки, коли умова рішення завдання вимагає лише періодичного звертання до неї (наприклад, експеримент, пов'язаний із сезонними роботами). Тоді не тільки бажано, але й необхідно паралельно вести експеримент у декількох напрямках, заповнюючи паузи у виконанні одного експерименту іншим. Здобувач завжди повинен пам'ятати про те, що він повинен закінчити виконання дисертаційного дослідження і оформлення його результатів у строки, відведені йому на це індивідуальним планом. Адже наука не стоїть на місці, і зволікання загрожує втратою пріоритету. Може виявитися, що через те, що здобувач затяг з оформленням і опублікуванням отриманих їм нових результатів і сформульованих на їхній основі закономірностей, хтось інший, хто виявив ті ж закономірності набагато пізніше, опублікує їх раніше.

Молодий дослідник повинен прийняти за правило аналіз результатів своїх спостережень у міру їхнього нагромадження, не чекаючи завершення експерименту. У ході такого аналізу може з'ясуватися, що для одержання бажаного результату потрібно скорегувати умови експерименту. Одержавши якийсь масив експериментальних даних, дослідник повинен проаналізувати, чи всі вони статистично достовірні і відкинути ті, які лежать поза областю достовірних вимірів. У противному випадку є небезпека одержати помилкові висновки.

Наступним кроком є подання отриманих даних у вигляді, зручному для аналізу та ілюстрації виявлених закономірностей (включаючи при необхідності і їхній математичну обробку). Не слід прагнути буквально всі отримані результати представляти у вигляді графіків, таблиць, діаграм. Обов'язково якісь із результатів будуть допоміжними, другорядними, не говорячи вже про ті, які отримані в результаті порушення умов експерименту. Однак, із цього зовсім не випливає, що всяку надлишкову

інформацію варто відкинути. Її також слід ретельно проаналізувати. Можливо, відтворення вже відомої інформації необхідне для того, щоб підкреслити істинність новизни, що несе інший масив даних, отриманих при виконанні дослідження. Може бути й так, що ці дані відображають інше нове явище (закономірність, властивість), а не те, що планував установити дослідник. Нарешті, може трапитися, що з цих даних необхідно вибудувати іншу послідовність, зіставити з іншим масивом даних, щоб стало очевидним, що отримані результати мають новизну.

Справжньому вченому має бути властива об'єктивність в оцінці одержуваних ним наукових результатів. Не можна відкидати дані дослідів або якісь факти тільки з тієї причини, що вони непояснені сьогодні або не можуть бути використані на практиці. Безумовно, якщо дані отримані у зв'язку з методичними прорахунками і не відповідають вимогам точності та надійності, то вони можуть і повинні бути опущені дослідником. Однак, це можна зробити тільки при повній упевненості у своїй правоті. Дослідник може й не бачити значимість нових фактів для навколишнього світу. Іноді, протягом всього свого життя він не в змозі розкрити сутність розкритих закономірностей. Для цього в нього буває недостатньо знань, та й матеріально-технічна база для досліджень також не завжди дозволяє повністю зрозуміти процеси або явища, що протікають.

Аналіз і узагальнення результатів дослідження закінчується висновками, які в концентрованому вигляді відбивають підсумок роботи, знімають гіпотетичний характер тих положень, які сформульовані в меті. Формулюючи висновки, здобувач повинен чітко визначити границі їхньої застосовності і підкріпити фактичними даними.

Виконання дисертаційного дослідження – це нагромадження досить значного за обсягом фактичного матеріалу і його інтерпретація. Інструкцією з оформлення дисертацій і автореферату, автору рекомендовано самому вибирати оптимальний розподіл основного матеріалу дисертації по розділах. У раціональності такого вибору, в умінні дотримати пропорції між окремими

частинами, у логічності переходу від однієї структурної частини дисертації до наступній проявляється індивідуальність автора, і разом з тим це – показник його наукової кваліфікації.

Методологія наукового пошуку

Сучасна науково-технічна творчість базується на історичному підході до вивчення об'єктів пізнання. Як правило, нові наукові результати з'являються на основі накопичених знань по розглянутому питанню або по проблемах попередніх поколінь дослідників. Ігнорування цього приводить до непотрібних витрат часу і засобів, а іноді до повторного відкриття вже відомих результатів. Важливою умовою успішної роботи над дисертацією є обґрунтований вибір проблеми, чіткість і ясність формулювання шляхів її рішення. У науковому середовищі прийнято вважати, що правильне формулювання наукової проблеми є запорукою успішного її рішення. Тут все залежить від здатностей самого здобувача і своєчасної підтримки його науковим керівником (науковим консультантом). Уміння виділити головне, відокремити його від другорядного, знання ступеня вивченості розглянутої проблеми, бачення того, де пролягає границя між знанням і незнанням, є необхідними умовами успішної роботи над дисертацією.

Будь-яке наукове дослідження може проводитися по трьох основних напрямках:

- для пізнання нових явищ, відкритих у ході розвитку відповідної області людського знання;
- для пояснення раніше невідомих фактів, з якими зіштовхується людина в процесі свого життя й роботи в навколишньому світі;
- для розкриття сутності протиріч між загальноприйнятим трактуванням відомих фактів та новими даними, що спростовують їхнє традиційне розуміння.

Основою проведення наукових досліджень була і залишається спроба окремих людей, заглянути далі, за межі існуючих знань. Наукове передбачення не виникає саме собою, воно формується під впливом нагромадження знань і дозріває в міру гостроти постановки суспільством цих

проблем. Глибина передбачення залежить від індивідуальних якостей здобувача, його розумових здібностей і захоплень, тобто бажання пізнати.

Найважливішим етапом проведення дисертаційних досліджень є обґрунтований вибір методів, які служать інструментом в одержанні фактичного матеріалу. Метод дослідження є не що інше, як шлях пізнання, і вибір правильного шляху не тільки виключить помилкові висновки, але й забезпечить якнайшвидший успіх у пізнанні тих або інших явищ. У пізнанні навколишньої дійсності винятково важливе значення має ланцюжок понять метод – методика – методологія, у якій кожне наступне утвориться із сукупності попередніх. Наукова діяльність сьогодні вільна від ідеологічного диктату догматичних норм, характерних недавньому минулому. В основі методології наукового пошуку лежать загальноприйняті у світовій практиці критерії об'єктивності, відповідності істині, історичній правді, якою б вона «гіркою» не була, високі моральні людські якості і загальнолюдські цінності. Загальна методологія наукового пізнання, що розробляється в філософії, є прийнятою всіх галузях науки, хоча в кожній з наук її зміст має свою специфіку. Цю специфіку починаючий дослідник може почерпнути тільки вивчаючи праці провідних у відповідній області вчених.

У цей час у науковому середовищі прийнято виділяти наступні загальні методи досліджень: загально логічні методи пізнання, методи емпіричного дослідження і методи теоретичного дослідження.

До **загально логічних методів пізнання** відносяться: аналіз, синтез, порівняння, абстрагування, узагальнення, індукція, дедукція, аналогія і моделювання.

Аналіз, як метод пізнання представляє уявне або практичне (матеріальне) розчленовування цілісного предмета на складові елементи (ознаки, властивості, відношення) і їхнє наступне дослідження, реалізоване відносно незалежно від цілого. Аналіз дає можливість виділити істотні та несуттєві сторони і зв'язки явища, визначити кожну з якостей (властивостей) з погляду значення і ролі в розглянутому єдиному цілому, відокремити

загальне від одиничного, необхідне від випадкового, головне від другорядного.

Аналіз – лише початок процесу пізнання, оскільки знання про предмет у цілому не є простою сумою знань про окремі її частини. Окремі частини в предметі взаємообумовлені і досягнути цю взаємозумовленість дає можливість протилежний аналізу діалектичний метод пізнання – синтез. При **синтезі** мислено або практично з'єднують раніше виділені елементи (ознаки, властивості, відносини) предмета в єдине ціле з урахуванням знання, отриманого в процесі їхнього дослідження відносно незалежно від цілого.

Методи аналізу і синтезу в науковому дослідженні є взаємозалежними. Глибина вивчення об'єктів дослідження з їхньою допомогою залежить від поставлених завдань. У практиці прийнято виділяти два напрямки їхнього використання: прямий (або емпіричний) і обернений (або елементарно-теоретичний). Перший вид застосовується на стадії попереднього ознайомлення з об'єктом дослідження, а другий – як інструмент для формулювання нових наукових положень або узагальнення кінцевих результатів. Очевидно, що в першому випадку подання про об'єкт виходить поверхневим, а в другому – глибинним, проникаючим у суть явищ і закономірностей. За допомогою аналізу встановлюються нові істини, відшуковуються нові ідеї, тоді як за допомогою синтезу реалізується обґрунтування цих істин, ідей.

На практиці виділяють різновид цього методу – структурно-генетичний аналіз і синтез, що дозволяє встановити причинно-наслідкові зв'язки між окремими характеристиками об'єкта. Він використовується при вивченні складних об'єктів. Суть його полягає в тому, що об'єкт досліджень розчленовується на окремі елементи, виділяють головні з них, вивчають їх і встановлюють зв'язки з іншими, менш значимими.

Одержання нових знань, незалежно від того дослідним або теоретичним шляхом, неможливо здійснити без різного роду умовиводів.

Порівняння — умовивід, суть якого становить зіставлення предметів по однорідним, але істотним для даного розгляду ознакам. Цей метод найпоширеніший у наукових дослідженнях. З його допомогою можна встановити подібність і розходження (як у якісному, так і кількісному плані) досліджуваних об'єктів, явищ, ідей і теорій, виділити їх загальні і відмітні ознаки. Порівняння як метод повинно задовольняти двом основним вимогам. По-перше, порівнюватись можуть тільки такі явища, між якими існує об'єктивна спільність. По-друге, саме порівняння повинне проводитися по найбільш істотним ознаках. При цьому інформація про об'єкт може бути отримана двома шляхами: як безпосередній результат порівняння або як результат обробки первинних даних досліджень, тобто є вторинною (або похідною) інформацією. Якщо в результаті порівняння виділяються не просто подібні риси, а загальні ознаки, властивості і відношення предметів, то такий метод є не що інше, як **узагальнення**.

Нерідко при порівнянні об'єктів на основі подібності у певних ознаках (властивостях, відносинах), робиться припущення про їхню подібність і в інших ознаках (метод **аналогій**). Тобто робиться умовивід про наявність у досліджуваного предмета невідомих раніше ознак, ідентичних з тими, які зафіксовані в предметі, що порівнюється з ним. Коли для пізнання предмета подумки відволікаються від одних його ознак, властивостей і відносин (які є другорядними при вивченні даної властивості, явища) і одночасно виділяють для розгляду лише ті з них, які цікавлять дослідника, то мова йде про метод **абстрагування**. При цьому прийнято розрізняти процес абстрагування і результат абстрагування, який ще називають абстракцією. Звичайно під результатом абстрагування розуміється знання про деякі сторони об'єктів.

Тісний зв'язок методи аналогії і абстрагування мають із **моделюванням** — методом дослідження, що полягає у відтворенні певних ознак конкретного об'єкта в спеціально створеній тотожній або близькій йому моделі. Модель замінює досліджуваний об'єкт (оригінал). Отримана при її вивченні інформація надалі переноситься на оригінал, по аналогії з

якою, ця модель була створена. Цей метод дозволяє вивчити такі об'єкти, які важко, а часто й неможливо, досліджувати в реальних умовах їхнього функціонування. Варто розрізняти ідеальні та матеріальні моделі. Ідеальними моделями є моделі, що відтворюють досліджуваний об'єкт за допомогою символічних знаків, графічних зображень, схем ознак і властивостей. Реально існуючі моделі (макет верстата, будівельної конструкції) є матеріальними.

Логічними методами мислення, що рухаються від відомого до невідомого, є індукція і дедукція. **Індукція** – метод пізнання, коли на основі часткових передумов робиться узагальнення (загальний висновок, правило, положення), коли на основі емпіричних даних формуються теоретичні знання. Зв'язуючи між собою теорії з експериментом, цей метод є джерелом нових ідей і гіпотез. Протилежний йому метод **дедукції** – це метод пізнання, що полягає у виведенні висновків часткового характеру із загальних передумов. Великою є цінність цього методу при науковому обґрунтуванні положень, недоступних безпосередньому сприйняттю. Узагальнюючи емпіричний матеріал, індукція підготовляє підґрунтя для висування припущень про причину досліджуваних явищ, а дедукція, теоретично обґрунтовуючи отримані індуктивним шляхом висновки, знімає їхній гіпотетичний характер і перетворює в достовірне знання.

До **методів емпіричного дослідження** відносяться спостереження, опис, вимірювання та експеримент. В основі **спостереження** лежить активний пізнавальний процес, що опирається на органи чуття людини і її цілеспрямовану діяльність по вивченню об'єкта дослідження. Шляхом спостереження формується сукупність емпіричних (первинних) даних – фактів. Факти – це фундамент науки, це, за словами І. П. Павлова, «повітря вченого». Але, як справедливо відзначав Д. І. Менделєєв, «одні мертві факти, як і одні вільні погляди, науки ще не становлять». Наука виникає лише тоді, коли за допомогою теоретичного мислення, на основі даних практики формуються основні поняття, висуваються гіпотези, що перетворюються в ході практичної перевірки в теорії. Спостереження

повинне бути цілеспрямованим і плановим. Щоб воно могло бути використане для одержання нових знань, потрібно вдатися до його **опису** – методу дослідження, що полягає у фіксації результатів спостереження засобами природної або штучної мови. Зокрема, для цього використовується метод **вимірювання**, в основі якого лежить встановлення кількісних характеристик об'єктів на основі порівняння їх по яких-небудь подібних властивостях та ознаках з еталоном. Цінність цього методу полягає в тому, що він дає точні відомості про об'єкт досліджень. У зв'язку із цим найважливіша вимога до цього методу полягає в необхідності забезпечення відповідної точності вимірів, що визначається, головним чином, точністю вимірювальних приладів і застосовуваних методик вимірювання.

У прикладних дослідженнях широко використовується **експеримент** – втручання в природні умови існування предметів і явищ або ж відтворення якихось спеціальних умов їхнього існування з метою вивчення без супутніх ускладнюючих обставин, тобто цілеспрямований вплив на об'єкт у заданих контрольованих умовах. Обов'язковою властивістю наукового експерименту є його повторюваність. Експеримент дозволяє вивчити об'єкт дослідження в «чистому виді» як єдине ціле без впливу якихось несприятливих факторів, якщо умови реалізації експерименту не викликають руйнування цього об'єкта. У науці часто ставиться завдання дослідження об'єктів в екстремальних умовах, щоб знати межі можливого існування об'єкта й особливостей його поведінки в незвичайних ситуаціях.

До **методів теоретичного дослідження відносяться**: уявний експеримент, ідеалізація, формалізація, аксіоматичний метод, гіпотетико-дедуктивний метод, математична гіпотеза, сходження від абстрактного до конкретного.

Уявний експеримент заснований на аналізі такої комбінації об'єктів, що неможливо реалізувати матеріально. Якщо в такому уявному експерименті данні про об'єкт одержують, не приймаючи якоїсь умови, необхідної для його реального існування, то цей метод є **ідеалізацією**.

Створені шляхом уявного експерименту об'єкти або явища не тільки не існують, але й не можуть бути отримані в реальній дійсності, і в той же час вони є наближеними прообразами досліджуваних об'єктів або явищ. Створюючи в результаті ідеалізації абстрактні схеми реальних явищ, дослідник тим самим проникає в суть самого явища.

В основі **формалізації** лежить подання і вивчення якої-небудь змістовної області знання (наукової теорії, міркування й ін.) у вигляді формальної системи, створення узагальненої знакової моделі деякої предметної області, що дозволяє виявити її структуру й закономірності процесів, що протікають у ній, шляхом операцій зі знаками.

Аксіоматичний метод – спосіб побудови наукової теорії, при якому в її основу закладають деякі положення, правильність яких, приймається без спеціального доведення (аксіоми або постулати). Із цих основних положень, всі інші положення виводяться за допомогою формально-логічних доведень.

Гіпотетико-дедуктивний метод – спосіб побудови наукової теорії, в основі якої лежить створення системи взаємозалежних гіпотез, з яких шляхом їхнього дедуктивного розгортання виводяться твердження, які співставляються безпосередньо з дослідними даними.

Математична гіпотеза – метод дослідження, заснований на екстраполяції певної математичної структури (системи рівнянь, математичних формалізмів) з вивченої області явищ на невивчену.

Перехід від абстрактного до конкретного – метод дослідження, заснований на виявленні вихідної абстракції, що відтворює основне протиріччя досліджуваного об'єкта, у процесі теоретичного вирішення якого виявляються більш конкретні протиріччя, що асимілюють більш великий емпіричний матеріал, у результаті чого будується конкретне поняття досліджуваного об'єкта. Відповідно до цього методу, процес пізнання розбивається на два самостійних етапи. На першому етапі відбувається перехід від чуттєвого конкретного сприйняття об'єкта до його абстрактних визначень. При цьому єдиний об'єкт розчленовується на складові частини і

описується за допомогою безлічі понять і суджень. Отже, він перетворюється у свого роду сукупність зафіксованих мисленням абстракцій у вигляді однобічних визначень. На другому етапі відбувається сходження від абстрактного до конкретного. Сутність його складається в русі думки від абстрактних визначень до конкретного в пізнанні. При цьому як би відновлюється цілісність об'єкта і він сприймається у всій своїй багатогранності властивостей і характеристик.

Наведена вище класифікація методів наукового дослідження найбільш повно поєднує елементи пізнавальної діяльності (об'єкт, предмет, завдання, засоби, умови, творчі, репродуктивні й рефлексивні пізнавальні дії, планований результат) з методом, надаючи тим самим концептуальний зміст його приватним характеристикам. Кожен метод інтерпретується, як правило, у більш-менш повній єдності властивих йому одному компонентів і характеристик пізнавальної діяльності. Специфіка проблем конкретних наук і окремих етапів наукової діяльності вимагають застосування спеціальних методів їхнього рішення. Тому вони є самі об'єктом досліджень, постійно вдосконалюються в міру нагромадження знань у конкретних галузях науки. У цьому зв'язку слід зазначити, що вони не бувають довільними, насамперед, через те, що їхні особливості визначаються досліджуванним об'єктом.

Безперечно, рішення наукової проблеми неможливо без застосування сукупності методів, причому ця сукупність специфічна для кожної конкретної проблеми. У правильному виборі складових цієї сукупності вченому допомагає **інтуїція** – складне психологічне явище, безпосереднє збагнення істини без логічного обґрунтування, засноване на попередньому досвіді, що дозволяє знаходити творчі рішення різних проблем.

Наскільки успішно буде вирішена проблема, визначається інтелектом дослідника. Відоме висловлювання: «Усяка розумна людина знає, що таке інтелект. Це те, чого немає в інших». Воно в жартівливій формі відбиває відсутність загальноприйнятого визначення поняття «інтелект», що звичайно використовують для позначення розумних і творчих здібностей людей.

Дійсно, структура інтелекту досліджується психологами понад сто років, а дискусії про зміст цього поняття тривають дотепер. Досить часто академічні успіхи індивіда психологи визначають якістю інтелекту. Наприклад, швидкістю виконання завдань, спрямованих на мобілізацію пам'яті. Однак на практиці швидкість далеко не завжди співвідноситься з високим рівнем розвитку інтелекту. Досить зіставити швидкість і досягнення дітей та дорослих у комп'ютерних іграх. Більше того, досить часто найкращих результатів у порівнянні з «швидкими» колегами досягають неквапливі люди, що ретельно обмірковують і планують свою діяльність. Інакше кажучи, результати інтелектуальної діяльності реально оцінюються не по швидкості й витрачених зусиллях, а за нетривіальними результатами діяльності.

Прояв законів логіки в науковій творчості

Текст наукової праці відрізняється від всякого іншого своєю логічністю. Пізнання навколишнього світу, як і науковий пошук нових закономірностей і осмислення отриманих даних про нові явища, базується на застосуванні законів філософії і логіки, які допомагають ученому формулювати наукові положення за результатами своїх досліджень. У зв'язку з цим здобувач повинен володіти елементарними знаннями в відповідних галузях науки. Безумовно, глибина і просторість таких знань у здобувача залежить від того, у якому обсязі вони будуть затребувані при проведенні наукових досліджень, а це визначається специфікою обраної галузі науки. Особливо важливі ці знання в області гуманітарних наук.

Розглянемо прояв у наукових міркуваннях основних законів логіки.

Використовувані в науковому тексті поняття і судження, згідно із **законом тотожності** повинні відповідати вимогам визначеності. Відповідно до цього закону, предмет думки в межах одного міркування повинен залишатися незмінним, тобто $A \in A$ або $A = A$, де A – думка. Це означає, що всі поняття і судження в межах тексту повинні носити однозначний характер, що виключає двозначність і невизначеність. У науковому тексті повинна бути забезпечена єдність змісту думки і її словесної форми. Ототожнення різних понять є однією із розповсюджених логічних помилок у науковому тексті, тобто в тексті часто трапляється підміна понять. Така підміна буває як неусвідомлена, так і свідомо або навмисна. У першому випадку це є наслідком значної інваріантності синонімів, що відносяться до одного і того самого поняття. Зовні словесні конструкції можуть мати різний зміст і навпаки, та сама думка може бути викладена по-різному. У другому випадку це відбувається через відступ здобувача від вимог «кодексу честі вченого», тобто присутня підміна істинного на надумане.

Другим по значимості для наукового тексту законом логіки є **закон протиріччя**, який частіше називають ще **законом не протиріччя**. З його

допомогою зазвичай підкреслюють істинність відображення змісту предмета опису. Свідоме застосування закону допомагає виявляти і усувати протиріччя в поясненні фактів і явищ, а також формує критичне відношення до всякого роду неточностей і непослідовності у викладі і аналізі наукової інформації. Відповідно до цього закону, у науковому тексті не можуть бути одночасно істинними два висловлення, одне з яких щось затверджує, а друге – це ж заперечує. Закон протиріччя в логіці формулюється наступним чином: **«Невірно, що А і не А одночасно істинні»**. У його основі лежить якісна визначеність явищ і він не допускає суперечливих тверджень. Якщо предмету А характеризується певною властивістю, то у своїх судженнях про цей предмет здобувач у науковому тексті повинен затверджувати цю властивість. При цьому неприпустимо як заперечення властивості, так і приписування даному предмету того, чого в нього немає. Із цього закону слідує, якщо одне із суперечливих суджень істинно, то інше – хиба. Здобувач повинен пам'ятати, що обвинувачення в суперечливості є переконливим аргументом у спростуванні будь-яких теорій і висновків.

Разом з тим, треба пам'ятати, що чинність закону поширюється на конкретний предмет і конкретні умови (зокрема, часовий період) його спостереження (вивчення, застосування). Як приклад можна привести наступні твердження тієї ж самої людини, сказані в різний час: «Дощ сприятливий для сільського господарства» і «Дощ несприятливий для сільського господарства». У першому випадку він міг сказати це в період інтенсивного зростання рослин, а в другому – при збиранні дозрілого врожаю. Іншим прикладом, що показує можливість помилкового використання закону, служить подання теплоізоляційних властивостей пінопласту. У випадку використання пінопласту в холодильних пристроях, деяких будівельних конструкціях можна затверджувати, що він є гарним теплоізоляційним матеріалом. Разом з тим, для використання в нагрівальних приладах пінопласт є поганим теплоізолятором, тому що при нагріванні він руйнується.

При виконанні наукової роботи зустрічаються ще з одним законом логіки – **законом виключеного третього**. Відповідно до цього закону, одне із двох суперечних один одному суджень хибне, а інше – істинне. Цей закон формулюється так: «**А є або В, або не В**». Наприклад, якщо висновок «Модель адекватно описує досліджуваний процес» істинний, то висновок «Модель неадекватно описує досліджуваний процес» – хибний і навпаки. Одночасно два ці висновки по тому самому об'єкті не можуть бути істинними. При цьому треба мати на увазі, що може бути так, що друге судження не просто заперечує перше, але і повідомляє додаткову інформацію. Наприклад, є два судження: «Цей ліс хвойний» і «Цей ліс змішаний». Друге судження не просто заперечує перше (невірно, що ліс хвойний), а і подає додаткову інформацію про те, який саме цей ліс у дійсності. Цей закон вимагає дотримання послідовності у викладі матеріалу тексту і не допускає протиріч. Науковець, відповідно до цього закону, не повинен ухилятися від визнання істинності одного із двох суперечних один одному суджень.

Для забезпечення доказовості наукових висновків й обґрунтованості суджень у науковому пошуку важливу роль грає також **закон достатньої підстави**. Він формулюється так: усяка істинна думка має достатню підставу. У логіці застосовується саме термін «достатня підстава», тому що для того самого твердження можна привести безліч підстав, однак тільки одна з них істинна. Може бути і такий випадок, коли жодна з них не буде достатньою, якщо вона помилкова. Виходячи із цього закону можна затверджувати, що в науковій праці, насамперед у дисертації, повинні бути наведені достатні підстави, що підтверджують істинність висновків або положень. При цьому увага читача, а при науковій доповіді увага слухачів, повинне фіксуватися на судженнях, що обґрунтовують істинність висунутих положень.

Широко застосовуються в наукових дослідженнях і методи логіки. Значна частина наукової інформації носить характер **вивідних суджень**, тобто виведених з інших суджень. Логічним засобом одержання таких

вивідних знань є **умовивід**. Під ним у логіці розуміється розумова операція, за допомогою якої з деякої кількості суджень або фактів виводиться інше судження, пов'язане з вихідними. Всі умовиводи прийнятий розділяти на індуктивні й дедуктивні.

Дедуктивним називається такий умовивід, у якому висновок про деякий елемент із сукупності робиться на підставі знання загальних властивостей усієї сукупності. При всіх позитивних сторонах цього методу, треба пам'ятати, що без одержання істинних вихідних знань про конкретний об'єкт, за допомогою тільки методу дедукції обґрунтований висновок про самий об'єкт одержати не можна. Разом з тим дедукція – найкоротший шлях до пізнання. Вона складається із трьох основних суджень:

- загального судження, що називається великою посилкою;
- зв'язаного з ним судження, що веде до його застосування (мала посилка);
- висновку.

Цей трьохрівневий процес у логіці називається **силогізмом**. Приклад: «Жодному здобувачу без здачі кандидатського екзамену зі спеціальності не буде присуджений учений ступінь кандидата наук. Петров не здавав іспит. Отже, йому не буде присуджено ступінь кандидата наук». Наведений приклад можна назвати категоричним силогізмом. Однак, іноді одна з посилок не вказується. Такий скорочений силогізм у логіці називають ще **ентимемою**. Як такий приклад можна привести висновок: «Наше підприємство не може працювати, тому що всі малі підприємства не можуть працювати в сучасних економічних умовах». Тут пропущена мала посилка: наше підприємство – мале. Щоб відновити ентимему в повний силогізм, керуються правилами, які наведені в спеціальній літературі по логіці. У ній же зацікавлений здобувач може знайти і рекомендації, як можна ефективно застосовувати у конкретних ситуаціях.

Під **індуктивним умовиводом** (його часто називають ще узагальненням) звичайно розуміють умовивід від часткового до загального, коли на підставі знання про частині предмети класу робиться висновок про

клас у цілому. Під індуктивним методом звичайно розуміють сукупність пізнавальних операцій, за допомогою яких здійснюється розвиток думки від менш загальних положень до більше загального. Спрямованість індуктивного методу протилежна дедуктивному. Здобувач, узагальнюючи емпіричний матеріал за допомогою індукції, висуває припущення про причину досліджуваних явищ, а за допомогою дедукції теоретично обґрунтовує отримані в результаті цього висновки й перетворює їх у достовірне знання. Індукція буває повною і частковою. Повна індукція вимагає дослідження кожного випадку, що входить у клас явищ, по якому робляться висновки. Часткова ж індукція застосовується тоді, коли узагальнюється велика по обсягу кількість фактів або експериментальна даних, іноді навіть нескінченна кількість. У цьому випадку проаналізувати всю область отриманих даних не представляється можливим, і узагальнення робиться на основі вивчення типових випадків. При цьому не можна бути впевненим, що отримано остаточні достовірні висновки про істинність отриманих висновків. Цей метод можна застосовувати при східчастому русі до остаточного висновку. На кожному щаблі робляться проміжні висновки, які потім узагальнюються.

Практичне використання законів логіки

У логіці розроблені рекомендації із практичного застосування індукції та дедукції при оцінці обґрунтованості окремих переліків і проміжних висновків. В літературі приводиться класифікація і характеристика оцінки способів обґрунтованості їхнього використання в наукових текстах, розроблена американським фахівцем в області логіки Полем Сапером.

Перший спосіб – установити, чи правильний приклад, покладений в основу узагальнення, оскільки неправильність такого приклада може різко підірвати довіру не тільки до даного узагальнення, але і до самого автора наукової праці.

Другий спосіб – з'ясувати, чи має приклад відношення до висновку.

Третій спосіб – визначити, чи достатню кількість прикладів наведено. Вияснення питання, чи досить узято прикладів, залежить від їхньої кількості, способу і видозмінності. Взявши навамання два випадки некомпетентності вітчизняних бізнесменів, ще не можна прийти до висновку, що всі наші бізнесмени – люди некомпетентні. При відборі декількох прикладів більшу роль грає фактор випадковості.

Четвертий спосіб – установити, чи типові підібрані приклади. Цей спосіб перевірки має пряме відношення до викладеного вище. Досить чи не досить прикладів, залежить від того, наскільки вони типові.

У наукових дослідженнях, пов'язаних з фіксацією зміни явищ, для встановлення істини варто застосовувати ще один варіант індукції – судження про причинну залежність. Висновок про причину є логічним міркуванням про таку зміну явищ. При цьому можливі два шляхи формування судження у вигляді висновку: по-перше, при розвитку думки від причини до наслідку, і по-друге, навпаки від наслідку до причини. Перший шлях приводить до висновку, що при даному положенні речей або наявності фактів, результатом буде той або інший висновок, а другий – тоді, коли встановлюється, що дане положення обумовлене відомими іншими умовами.

Ці положення можна проілюструвати на наступних прикладах.

Приклад 1: «Вартість зерна піднялася, отже, підніметься ціна і на комбікорм» (висновок від причини до наслідку, причина відома, і з неї виводиться наслідок).

Приклад 2: «У промислових підприємств, де рівень механізації і автоматизації виробничих процесів наближається до максимально можливого, продуктивність вище ніж у невеликих підприємств, де рівень механізації і автоматизації процесів невисокий. Отже, рівень механізації і автоматизації – причина різниці в продуктивності праці» (висновок від наслідку до причини, відомий наслідок і про причину робиться висновок).

Безумовно, застосування цього методу є досить складною справою. При цьому, можуть виникати і спірні оцінки умовиводу про причинну залежність явищ і фактів. У зв'язку із цим, рекомендується використати правила перевірки, розроблені Полем Сапером, що ми згадували вище:

- Чи виникає передбачуваний наслідок, коли відсутня передбачувана причина? Якщо відповідь – «так», то ви не вправі стверджувати, що попереднє явище – єдина можлива причина.

- Відсутній чи передбачуваний наслідок, коли передбачувана причина в наявності? Якщо відповідь – «так», то ви не вправі стверджувати, що наступне явище є єдино можливий наслідок.

- Чи не представляє єдиний зв'язок між наслідком і його пропонованою причиною тільки випадкове виникнення одного після іншого? Цей спосіб дозволяє виявити характерну неточність в умовиводі про причину, добре відому за назвою «після цього, отже, через цього». Дана помилка представляє форму безтурботного узагальнення уривчастих зведень.

- Чи немає інших можливих причин? Причина, що нас цікавить або найближчий привід явища звичайно здаються більш очевидними, ніж основна причина. Відхилення від встановлення основної причини – звичайна форма неузгодженості.

· Чи немає інших можливих наслідків? У більшості випадків, висновок від причини до наслідку представляє насправді пророкування майбутніх подій. У таких випадках абсолютна перевірка неможлива тому, що висновок від причини до наслідку має на увазі майбутнє, він підданий впливу довільного мислення, тобто мислення, що визначається бажаннями і сподіваннями.

Ще одним методом логіки, широко застосовуваним у наукових дослідженнях, є **аналогія**. Ним користуються тоді, коли порівнюють нове явище з відомим і подібним з ним по властивостях або характеристикам, що дозволяє поширювати на нього раніше отриману інформацію з інших об'єктів. Історія науки і техніки свідчить про те, що цей метод лежав в основі багатьох відкриттів. Особливе значення він має для гуманітарних наук. Соціологи і історики, не маючи у своєму розпорядженні достатній фактичний матеріал, пояснюють нові факти і явища громадського життя шляхом порівняння з раніше дослідженими і аналогічними з життя інших народів або з більше ранніх періодів розвитку цивілізації при наявності подібності в рівні розвитку економіки, культури й політичної організації суспільства.

Разом з тим починаючому вченому треба пам'ятати, що застосування цього методу має свої особливості. Чи завжди аналогії логічні? Існують два способи їхньої перевірки. Перший спосіб повинен дати відповідь на питання, чи дійсно доречне порівняння явищ. По другому способі визначається, чи немає істотного розходження між ними. Без обґрунтованої і чіткої відповіді на ці питання здобувач не може бути впевнений в істинності своїх висновків. Тому треба уважно вивчити об'єкти на предмет того, чи є по основних характеристиках або властивостях подібність досліджуваних об'єктів, чи ні. У підручниках по логіці для пояснення цього положення часто наводять приклад, що переконливо показує помилку в застосуванні методу аналогії: «Кити і слони - ссавці, отже, і ті й інші водяться на суші». Тільки наші знання і накопичений досвід можуть захистити від подібного помилкового висновку. Справедливим є висновок: істина в тім, що немає повної логічної аналогії,

тому що не буває двох зовсім однакових сукупностей обставин. Тому аналогією рідко можна користуватися, не звертаючись до інших видів доказів.

Особливістю наукових досліджень, а також письмового викладу їхніх результатів у дисертації і у ході публічного захисту, є вміння довести свої судження і, якщо це необхідно, спростувати доводи опонентів.

Аргументування – це логічний процес, суть якого полягає в тому, що в ньому обґрунтовується істинність нашого судження за допомогою інших суджень або аргументів. Аргументація допомагає досягти мети тоді, коли дотримуються правила доказу істини.

Правило перше. Тезу доказу варто формулювати ясно і чітко, крім усякої можливої двозначності. Будь-яка помилка у виборі слів, можливість двоякого тлумачення і нечіткість форми викладу думок – все це може бути витлумачено опонентами проти автора наукової праці. При цьому витрати часу на пошук додаткових аргументів досить значні в порівнянні з тим часом, коли підготовляється первісний варіант тези доказів. У літературі по логіці прийнято приводити такий класичний приклад двозначності висновку: «Закони треба виконувати». Двозначність такої тези не викликає сумнівів. Із цього формулювання не ясно, про які закони мова йде: про закони природи або про закони розвитку громадського життя, які не залежать від людства, або ж про правові закони, що установлені у відповідних державах законодавством і не залежать від волі людей.

Правило друге. У ході доказів теза повинна залишатися незмінною, тобто повинно доводитися те саме положення. Здобувач повинен пам'ятати, якщо він не буде виконувати це правило, то шанс довести свою думку в нього невисокий. Протягом усього доведення не можна відступати від первісного варіанта тези; здобувач у ході будь-якого диспуту повинен тримати його формулювання під контролем і постійно відхиляти спроби учасників відступити від нього.

Найбільше характерними помилками в цьому плані є наступні:

· **Втрата тези.** Сформулювавши тезу, здобувач забуває її і переходить до іншої тези, зв'язаної прямо або частково з попередньою, але в принципі стосовної вже до іншого положення. Потім зачіпається третій наступний т.д. Наприкінці губиться вихідна думка і «розмивається» первісна ідея диспуту. Здобувач повинний мати постійний самоконтроль за ходом розгляду його ідеї.

· **Повна підміна тези.** Висунувши визначене положення, здобувач починає доводити щось інше, близьке або подібне за значенням, тобто відбувається підміна основної думки іншої. Підміна тези виникає через недбалість у міркуваннях і недостатній підготовці до диспуту. Теза підмінюється і тоді, коли в дискусії здобувач замість ясної відповіді на поставлене питання починає «ходити навколо та біля». Різновидом підміни тези є вплив окремих учасників дискусії, що полягає в непомітному переході від обговорення положень роботи здобувача до обговорення персональних якостей здобувача, тобто «переходять на особистість» і починають згадувати його «колишні гріхи і заслуги», не зв'язані з розглянутим питанням. Ще одна підміна тези в побуті зветься «логічної диверсії». Відчуваючи неможливість довести або спростувати висунуте положення, той що виступає намагається переключити увагу на обговорення іншого, навіть можливо і більш важливого твердження, але такого, що не має прямого зв'язку з первісною тезою. Питання про істинність тези при цьому залишається відкритим, тому що обговорення штучно переключили на іншу тему. Корисність використання такої підміни тези дискусії для переносу розгляду даного питання на інший час з метою більш глибокої підготовки здобувача не викликає сумнівів, тому що відкладається прийняття негативного конкретного рішення.

· **Часткова підміна тези.** Використовує тоді, коли в ході доказів здобувач намагається видозмінити власну тезу, звужуючи або зм'якшуючи своє первісне занадто загальне, іноді перебільшене або зайво критичне твердження, а іноді навпаки підсилити або розширити. Це дозволяє

сформулювати тезу в такому виді, що її легше захистити самому або важче спростувати опонентам.

Аргументи переконливі тоді, коли вони відповідають вимогам:

- в якості них узяті такі положення, істинність яких була доведена, і ні у кого з учасників дискусії не викликає сумніву;
- аргументи можуть бути доведені незалежно від тези, тобто дотримане правило їхнього автономного обґрунтування;
- вони несуперечливі;
- вони достатні.

Головне в будь-якій науковій праці – витримати вимогу **істинності аргументів**. Здобувач повинен завжди пам'ятати, що досить опоненту поставити під сумнів хоча б один з аргументів, як ставляться під загрозу всі докази істинності. При цьому опонентом можуть бути використані два прийоми. Перший складається у використанні «помилкового аргументу», тобто названий неіснуючий факт, посилання на подію, якої не було, вказівка на неіснуючих очевидців і т.д. Другий полягає в застосуванні «передбачення підстави» – коли істинність аргументу не встановлюється з безсумнівною, а тільки робиться припущення, що це може бути. При цьому використовуються недоведені або довільно взяті положення, посилання «на схожу думку» або висловлені кимсь і колись припущення, що нібито доводять, що, можливо, це й відповідає істині.

Важливе значення має вимога **автономності аргументів**, що означає, що вони можуть бути доведені незалежно один від одного. Тому перш, ніж доводити якусь тезу, треба ретельно перевірити аргументи, що її підтверджують. Вимога **несуперечності аргументів** полягає в тому, що аргументи не повинні суперечити один одному. Вимога **достатності аргументів** визначається тим, що аргументи у своїй сукупності повинні бути такими, щоб з них була легко сформульована доказувана теза. Порухення цієї вимоги полягає в тім, що в ході доказу використовуються аргументи, логічно не пов'язані з тезою, і такі що не доводять її істинність. Це

порушення звичайно супроводжується фразою: «не треба», «не впливає», «не допускає» і т.д. Здобувачі тут допускають два типи характерних помилок:

- **Неостаточність аргументів.** Це коли окремими фактами намагаються обґрунтувати дуже широку тезу: узагальнення в цьому випадку буде завжди оцінюватися як «занадто поспішне». Основна причина полягає в недостатньому аналізі фактичного матеріалу і відсутності ретельного вибору з сукупності фактів лише достовірних, що найбільш переконливо доводять висунуту тезу. Звичайно опонент у цьому випадку порушує питання: «Чим це підтверджується?».

- **Надмірність доведення.** Принцип «кашу маслом не зіпсуєш» або «чим більше аргументів, тим краще» у науковій дискусії не завжди допомагає. Міркування не виглядають переконливими лише тому, що не обґрунтовано збільшується число аргументів на користь висунутої тези. Здобувачеві треба пам'ятати, що може бути і такий збіг обставин, коли буде загублено достатність і наступить час, коли непомітно для себе він почне використовувати нелогічні і малопереконливі, а іноді і суперечні один одному аргументи. Отже, вірогідність аргументів складається не в кількості, а в їхній вагомості і логічності.

Здобувачами часто допускаються помилки в виборі способу доказу. Вони пов'язані з відсутністю логічного зв'язку між аргументами і тезою. Особливо легко і просто таку помилку вловлюють у науковому середовищі, де присутні фахівці вузького профілю, що мають поглиблені знання з питань, близьким розглянутому. У науковій дискусії рідко допомагає «жонглювання» численними фактами, цитування солідних документів, посилення на авторитетну думку окремих учених, якщо при уважному розгляді фахівцем виявляються непогодженості і поверхневий підхід до використання таких аргументів. Така форма невідповідності проявляється подвійно:

- **Логічно не виправданий перехід від вузької області до більш широкої.** Наприклад, коли в аргументах описуються властивості визначеного

виду найменувань виробів, а в тезі необґрунтовано стверджується властивості даного виробу незалежно від його сорту.

· **Перехід від сказаного з умовою до сказаного безумовно.** Наприклад, коли використовуються аргументи, справедливі лише за певних умов або у визначений час, або у визначеному місці, а здобувач стверджує їх як вірні при будь-яких обставинах.

У дисертаційній роботі часто доводиться доводити не істинність, а хибність судження або неправильність доказів інших дослідників, тобто робити **спростування доводів**. При цьому спростування спрямоване на руйнування доказів інших дослідників шляхом установлення хибності або необґрунтованості їхніх тверджень. Залежно від цілей критичного розгляду воно може бути виконано трьома способами:

· **Критика (спростування) тези.** Ціль такого способу є прагнення показати неспроможність (хибність або помилковість) раніше висунутої іншим дослідником тези або висновку. При цьому таке спростування може бути прямим або непрямым. **Пряме спростування** виконує руйнівну функцію, і при цьому, не висуває ніякої нової ідеї. Пряме спростування зазвичай будується у формі міркування, що одержало в логіці назву «зведення до абсурду». Приводиться така аргументація: спочатку умовно допускається істинність висунутого положення і виводять логічно з нього наслідок. Міркування при цьому робляться в такому порядку: допустимо, що попередник правий і його теза є істинною. Із цього припущення виводять деякі наслідки. Якщо при зіставленні цих наслідків або висновків з фактами виявиться, що вони суперечать об'єктивним даним, то тим самим їх визнають хибними. На цій основі робиться висновок і про хибність і самої тези, виходячи з принципу: «хибні наслідки завжди свідчать про хибність їхньої підстави». Наприклад, спростуємо положення: «Земля є площиною». Тимчасово приймемо це твердження як істинне. З нього випливає, що Полярна зірка повинна бути видна скрізь однаково над обрієм. Однак це суперечить установленому фактові: на різній географічній широті висота

Полярної зірки над обрієм різна. Виходить, твердження «Земля плоска» є хибним. **Непряме спростування** ґрунтується на тому, що опонент може прямо не аналізувати тезу протилежної сторони. При цьому він зосереджує увагу на ретельному і всебічному обґрунтуванні власних тез або висновків. Якщо аргументація ґрунтовна і сприймається навколишніми, то робиться другий крок у виді переходу до висновку про хибність тез протилежної сторони. Таке спростування застосовується тоді, коли теза й антитеза розглядаються в ситуації «третього не дано», тобто в результаті дискусії може бути прийнятий тільки одне з доказуваних тверджень.

· **Критика аргументів.** При цьому використовується операція доведення, заснована на аргументах, істинність яких не викликає сумнівів. Якщо опонентові вдається показати хибність або неспроможність аргументів, то позиції протилежної сторони істотно послабляються, тому що така критика показує необґрунтованість її тези. Крім того, може бути використаний і підхід, що полягає у вказівці опонентом на неточний виклад фактів, на недоліки у виборі і застосуванні методики результатів обробки статистичних даних, двозначності висновків із проведених досліджень, у вираженні сумніву в компетентності експертів, на висновок яких посиляється протилежна сторона і т.д. Обґрунтовані сумніви в справедливості доводів і істинності аргументів автоматично переносяться на тезу, яка базується на цих аргументах. При цьому, як правило, теза розцінюється як сумнівна і вимагає нових додаткових підтверджень.

· **Критика демонстрації.** У цьому випадку опоненти показують, що в міркуваннях протилежної сторони немає логічного зв'язку між аргументами і розглянутою тезою. Це руйнує доказову базу і в учасників дискусії створюється думка про недостатню обґрунтованість самої тези. Варто пам'ятати, що цей спосіб, як і попередній по критиці аргументів, лише руйнує докази і доводи, але не відкидає тезу саму по собі цілком. Опонент вправі лише тільки порушити питання про необхідність приведення протилежною стороною нових більш докладних доказів або аргументів на користь

розглядуваної тези, тому що вона спирається на непереконливі аргументи або ж вони не мають прямого відношення до неї.

Безумовно, здобувач повинен пам'ятати, що, використовуючи вищенаведені способи спростування, він сам може стати об'єктом їхнього застосування. Його доводи або аргументи за допомогою таких способів можуть бути спростовані опонентами. Отже, здобувачеві треба бути завжди готовим у ході наукової дискусії до повороту від критики протилежної сторони до розгляду й спростування учасниками його доводів і аргументів.

Для якісної підготовки тексту наукової праці здобувачеві варто мати подання і про **правила побудови логічних визначень**.

Правило домірності вимагає того, щоб обсяг обумовленого поняття дорівнював обсягу визначального поняття, тобто між ними дотримувалася тотожність. Наприклад розглянемо тезу: «Банкір – це власник грошового капіталу, що спеціалізується на веденні банківських операцій». При розгляді понять, закладених у цій тезі, можуть бути допущені дві помилки, які в логіці називаються «помилкою занадто вузького визначення» і «помилкою занадто широкого визначення». Перша проглядається тоді, коли «банкір» визначається як особа, що спеціалізується на веденні банківських операцій. У цьому випадку обсяг визначального поняття (особа, що спеціалізується на веденні банківських операцій) вужче обсягу обумовленого поняття («банкір»). Друга помилка буде мати місце тоді, коли банкір визначається як власник грошового капіталу. У цьому випадку визначальне поняття буде значно ширше, ніж обумовлене, оскільки власниками грошового капіталу є не тільки банкіри.

Правило виключення кола полягає в тому, що в наукових працях необхідно уникати ситуації, коли при визначенні понять використовується інше поняття, обумовлене, у свою чергу, за допомогою першого. Різновидом кола є тавтологія. Наприклад, «Науковий співробітник - це особа, що займається наукою». Подібне визначення не розкриває зміст поняття і нічого не додає в знаннях.

У деяких випадках при визначенні понять указується не одна видова ознака, а декілька. Звичайно така ситуація створюється тоді, коли неможливо вказати єдину ознаку, що відрізняє дане поняття від всіх інших, що розкривають його зміст. Тому рекомендується вказати в тексті декілька ознак, достатніх для відмінності обумовленого поняття і розкриття його змісту.

Безумовно, розкриття всіх правил логіки – це завдання відповідних навчальних посібників. Здобувачі, зацікавлені в більш глибокому пізнанні таких правил, можуть знайти відповіді в спеціальній літературі. Автори даної книги ставили перед собою завдання розглянути найбільш загальні підходи до якісного викладу матеріалу в наукових працях, особливо в дисертаціях, що є кваліфікаційною науковою працею для присудження вчених ступенів.

Пошук свого винаходу: формування навичок новаторської творчості

Серед основних критеріїв оцінки якості дисертацій, особливе місце займає наукова новизна результатів проведених досліджень. Якщо здобувач своїм дисертаційним дослідженням вирішує прикладне завдання або проблему, то на високу оцінку своїх результатів він може розраховувати, якщо практичну новизну отриманих результатів підтвердить авторськими посвідченнями і патентами на винаходи. Безумовно, одержання таких охоронних документів від патентних відомств повинне не перетворюватися для вченого в самоціль, однак треба пам'ятати, що їхня наявність є важливим свідченням високої підготовленості автора як зрілого вченого.

Здатність до винахідництва може і повинен розвивати в собі кожний дослідник, оскільки і для винахідництва і для науки в цілому аналіз проблемних ситуацій і пошук нових рішень є живильним середовищем. Але, в науковій праці, на відміну від винахідницької, завдання полягає не тільки в тім, щоб знайти нове рішення, але й дати йому пояснення, ґрунтуючись на досягнутому рівні розвитку відповідної галузі науки.

Науково-технічна творчість є породженням розуму людини. За багатовікову історію людство нагромадило певний досвід, який варто знати і враховувати при рішенні винахідницьких завдань починаючому вченому. Історія свідчить про те, що нові знання і винаходи, що приходять у цей світ через окремо взяту людину, є продуктом її творчого розуміння. Видатні творці, що досягли висот у пізнанні і перетворенні світу, залишаються в історії назавжди. “Розумом він перевершив весь рід людський”, – написано на пам'ятнику фізику І. Ньютона. Дослідник здатний спостерігати й аналізувати лише окремі фрагменти навколишнього світу, його відкриття можуть випереджати час лише в якийсь певній, досить обмеженої області. Взагалі, пізнавальні можливості кожної людини обмежені рівнем розвитку

науки, техніки і суспільства. Її пізнавальна діяльність приводить не тільки до пояснення існуючого, але й до формування нових ідей. Нові ідеї є рушійною силою прогресу у всіх областях людської діяльності, від науки до мистецтва, від політики до устрою власної долі. Найбільш ефективний спосіб генерації нових ідей полягає в інтуїтивному перегрупованні доступної інформації. Інтуїція, на думку багатьох мислителів, є єдиними продуктивними способами формування ідей у невизначених ситуаціях.

Творчість – це мистецтво придумувати машини, створювати нові теорії, висловлювати незвичайні гіпотези на шляху до істини. Творчість завжди пов'язана з поняттям краси. Справжня краса може бути укладена не тільки в архітектурі спорудження будинку, не тільки в картині, статуї або вірші. Людський розум здатний оцінити красу математичної формули або моделі, красу наукового рішення проблеми, а також красу машини або механізму. Все це – породження єдиного творчого процесу. Процес відкриття або створення винаходу залишається таємницею. Незважаючи на те, що багато кращих розумів світу за кілька тисячоріч людської історії намагалися розробити методику пошуку нових ідей, проникнути у велику таємницю людської творчості, поки що не вдалося. Проте, деякі рекомендації з підвищення ефективності творчого пошуку можуть бути сформульовані.

На шляху пошуку рішення творчих завдань виникають певні бар'єри, що обмежують винахідницьку творчість. Відповідно до класифікації, запропонованої В.П. Пархоменко, варто розрізняти 4 типи таких бар'єрів.

1. **Історично обумовлені бар'єри**, пов'язані із принципом історичної послідовності і наступності наукових та практичних знань. Так, без відкриття електромагнітних хвиль був би неможливим винахід радіо й телебачення.

2. **Гносеологічні бар'єри**, пов'язані з тим, що в кожному суспільстві в різні періоди його розвитку панують певні теорії, погляди, методи пізнання і т.д., які гальмують винахідницьку діяльність (наприклад, думка багатьох учених і інженерів кінця XIX сторіччя про те, що поїзд зможе

рухатися лише в тому випадку, якщо його колеса й рейки будуть зубчастими, на 10 років призупинила розвиток залізничного транспорту).

3. **Психологічні бар'єри**, пов'язані із психологічними особливостями сприйняттям нового, обумовлені тим, що:

- Не завжди можна оцінити відповідність винаходу суспільним потребам; відсутність такої впевненості породжує питання: “А може, цей винахід взагалі нікому не потрібен?”.

- Переоцінюється об'єктивна складність завдання (бар'єр гіперскладності), внаслідок цього винахідник не вірить у власні сили і свою можливість вирішити завдання. Якщо винахідник знає, що до нього за рішення цього завдання бралися «авторитети» і завдання не було вирішено, то таке невір'я підсилюється. Сюди відноситься також авторитет «споконвічних істин», що полягає в поклонінні перед прийнятими на віру давно висловленими і поділюваними більшістю людей твердженнями. Так, із часів Аристотеля вважалося, що швидкість падіння пропорційна масі тіла. Цьому вірили протягом дев'ятнадцяти століть. Лише в 1590 році Галілео Галілей установив незалежність прискорення вільного падіння від маси падаючого тіла.

- Може розрізнятися функціонально-розумова діяльність:

- 1) Важко відмовитися від звичного підходу і поглянути на об'єкт або проблему з нової сторони (стереотипність мислення). Цей бар'єр переборов, наприклад, англійський лікар Е.Дженнер, що зробив одне з найбільш важливих відкриттів у медицині: замість розробки способів лікування віспи він спробував з'ясувати, чому доярки не піддані цьому захворюванню. Виявилося, що, перехворівши легкою для людини коров'ячою віспою, людина здобуває імунітет до звичайної форми цієї хвороби. На основі профілактичних щеплень удалося позбавити людство від цієї хвороби.

- 2) Схильність до використання якого-небудь методу рішення завдань, а також збереження звичного, усталеного напрямку розумового пошуку, незважаючи на ситуацію, що змінилася, умови завдання і т.д. (інерція

мислення). Психологічна інерція є найбільш серйозною перешкодою у винахідницькому процесі.

3) Труднощі застосування знань або їхнього переносу: маючи необхідні для рішення винахідницького завдання знання, винахідник у силу труднощів їхнього переносу не може вирішити завдання (бар'єр вибору і переносу знань). Здатність до переносу знань має в технічній творчості величезне значення. Ця властивість творчого мислення була в основі багатьох перших винаходів людини. Так, у давньогрецькій міфології дванадцятирічному хлопчикові на ім'я Таль приписується винахід компаса, гончарного кола і пилки. Пилку він придумав, взявши за зразок спинний хребет костистої риби, тобто переніс у технічну конструкцію те, що йому вдалося підглянути в будові живого організму. Зараз на основі такого переносу в техніці створено цілий напрямок, який називається біонікою.

4) Гальмуюча дія спеціальних термінів і понять: останні являють собою підсумок досягнутих знань, а рішення винахідницького завдання припускає вихід за рамки пізнаного. Старі терміни, зберігаючи властивий їм зміст, “підштовхують” винахідника в напрямку вже відомих технічних ідей, для яких вони і були створені.

4. Соціальні бар'єри, які розглядаються зазвичай у двох аспектах – генетичному й поведінковому.

Генетичний аспект можна охарактеризувати як деяку обумовленість творчого потенціалу особистості спадковістю. Відомо чимало прикладів різючої подібності не тільки зовнішності, але й характеру в батьків і дітей, у зв'язку із чим, можна допустити успадкування людиною і схильності до творчої діяльності. На підтвердження цьому в літературі приводяться приклади наявності в ряду знаменитих особистостей родинних зв'язків (прабаби А.С. Пушкіна й Л.Н. Толстого були рідними сестрами; родинні зв'язки мали такі найбільші представники німецької культури, як фізик Макс Планк, філософи Гегель і Шеллінг, поети Шиллер і Гельдерлінг; у п'яти поколіннях родини Баха налічувалося 16 композиторів). Однак чимало й

протилежних прикладів. Ряд учених вважає, що всі творчі функції можна виховати, що вони є наслідком прижиттєвого формування спеціальних людських здатностей. На формування і розвиток здатностей, основний вплив роблять родина, а також відповідний суспільний “клімат”.

Поведінковий аспект проявляється вибірково. Є люди, які в силу своїх особливостей не можуть плідно працювати над рішенням творчого завдання в складі групи. Вони воліють трудитися без свідків, порад і критичних зауважень, використовуючи свої індивідуальні методи. Коли ж рішення знайдене, вони охоче показують його навколишньої й вислухують критику. Така людина, включена у творчу групу, не тільки не зможе сама ефективно працювати, але буде негативно діяти на інших, заважаючи їм.

Для розвитку творчого мислення, подолання інерції мислення і прискорення пошуку рішення завдань використовуються різні евристичні прийоми. Евристика вже тривалий час являє собою комплекс методів відкриття нового. Сьогодні евристика є наука про методи аналізу проблемних ситуацій і пошуку нових рішень, вона базується на наступних евристичних принципах новаторської творчості:

1. Кожне завдання, як правило, можна вирішити декількома методами.
2. Для кожного класу завдань відомо певне число стандартних методів, але досягнуті з їхньою допомогою рішення, на жаль, часто тривіальні.
3. Нестандартні, для даного класу завдань, методи, як правило, приводять до рішень, в більшості випадків, яскравих і оригінальних.
4. Будь-яке винахідницьке завдання, що не суперечить законам буття, у принципі може бути вирішене людиною на даному етапі свого розвитку.
5. Оригінальність рішення прямо пропорційна відстані між областями, звідки взяті аналогії.
6. Творчий потенціал властивий кожній людині. Творчі здатності розвиваються, їх можна культивувати.

7. В оптимальному випадку винахідник повинен мати рівною мірою розвинені протилежні здатності: з одного боку інтелектуальну мобільність, гнучкість мислення, а з іншого боку – критичність.

Активізація винахідницької діяльності. Евристика

Базуючись на евристичних принципах інженерної творчості, Г.С. Альтшуллер визначив наступні тенденції в розробці технічних рішень :

Число створених технічних рішень на певний момент часу завжди перевищує число використовуваних.

- Та сама функція може бути реалізована безліччю технічних засобів (носіями функцій).

- Функції більше довговічні, ніж реалізуючі їх технічні засоби.

- Будь-який технічний об'єкт є ланкою еволюційного ланцюга конструктивних і технологічних змін.

- При створенні винаходів, заснованих на нових принципах, використання конкретних фізичних ефектів тим вище, чим пізніше вони відкриті.

Б. Больцано, відомий чеський логік і математик XIX століття, реалізацію винахідницького рішення бачив у здійсненні наступної послідовності прийомів :

1. Точно сформулювати питання, відповідь на яке ми шукаємо. Необхідно строго обмежувати область дослідження.
2. Оцінити, чи можливою є істинна відповідь на поставлене питання з погляду наявних знань.
3. Розбити завдання на підзавдання і підпитання та шукати відповіді на них спочатку виведенням рішення з відомих істин або відомих рішень подібних завдань.
4. Прямо вивести рішення із уже наявних знань, якщо це можливо.
5. Висунути гіпотези методом повної або неповної індукції або аналогії.
6. Сукупність четвертого і п'ятого прийомів.
7. Зіставити отриманий результат з відомими знаннями.
8. Перевірити точність використання логічних прийомів.

9. Перевірити правильність всіх визначень і суджень, використовуваних у рішенні.
10. Виразити всі поняття розв'язуваного завдання в спеціальних знаках (скориставшись символічною мовою).
11. Прагнути до вироблення наочних образів об'єктів завдання.
12. Результат рішення формулювати логічно строго.
13. Оцінити всі “за” і “проти” отриманого результату.

Багато зі розділів евристики Больцано, відносять до логічних прийомів. Логіка – сукупність наукових теорій, у кожній з яких обґрунтовані способи доказів і спростувань та перевірки їхньої строгості. Логіка, як і всяка наука, має обмеження.

Одним з обмежень є наступний принцип: “з помилкового вихідного твердження слідує будь-яке твердження”.

Інше обмеження логіки виявлене логіком і математиком Куртом Геделем. З теорем К. Геделя слідує неможливість установлення несуперечності висловлень у будь-якій формальній системі. Їм доведено, що потужність логічних обґрунтувань недостатня навіть для висновку з кінцевого числа принципів всіх істинних тверджень арифметики цілих чисел. Ці теореми сьогодні інтерпретують у такий спосіб: протиріччя обґрунтувань будь-якого рівня ієрархії, можна виявити лише з використанням принципів вищестоящего рівня ієрархії.

Через обмеження, логіка не завжди надійно працює на стадії пошуку технічного рішення. Проте, поза логікою неможливо обґрунтувати і формалізувати отриманий у процесі рішення результат. Люди з домінуючим логічним мисленням досягають кращих успіхів у створенні винаходів високого рівня; завдяки своїм навичкам, таким людям, частіше ніж іншим винахідникам, вдається використати ідеї наукових відкриттів при постановці і рішенні технічних завдань.

Які ж поняття філософії і логіки використаються в евристиці?

Асоціативні прийоми. На властивостях пам'яті і мислення людини засновані асоціативні прийоми активізації винахідницької діяльності. У психології під асоціацією розуміють усвідомлення взаємозв'язків між двома і більше ідеями, сприйняттями та іншими психічними утвореннями. Розрізняють асоціації по суміжності (у просторі або часі), подібності і контрасту. Поняття про асоціацію ідей, засноване на гіпотезах психології XVIII і XIX вв.

Французький філософ-просвітитель Е. Кондильяк (1754 р.) висловив припущення, що всі наші знання формуються на базі відчуттів. Філософи Дж. Локк (1690 р.) і Д. Юм (1739 р.) висунули гіпотезу, відповідно до якої основні елементи, з яких складаються відчуття, сполучаються за законом асоціації ідей. У відповідь на вихідне слово-подразник, людина генерує індивідуальні асоціації, вільні або спрямовані. До вільних відносять асоціації, на генерування яких, ніяких обмежень значеннєвого або граматичного характеру не накладається. Генерування спрямованих асоціацій обмежують заздалегідь певними умовами, наприклад, по контрасту або по подібності, вираженням словами певної частини мови, символами, знаками та ін. У відповідь на одне вихідне слово можуть генеруватися групи асоціацій: кожна висловлена нова асоціація служить, у свою чергу, словом-подразником.

Метод асоціацій використовують для руйнування стереотипних подань про об'єкти, що вдосконалюються, на стадіях постановки завдання й пошуку рішення, при виявленні нових функцій об'єкта і т.д.

Системний аналіз також має важливе значення при пошуку нових рішень у проблемних ситуаціях, тобто по суті є евристичним. Досить розповсюджений наступний алгоритм дослідження об'єктів за допомогою їхнього подання у вигляді систем:

- виявляють конкретні механізми цілісності об'єкта і типологію зв'язків між його елементами;
- складний об'єкт через різноманіття типів зв'язків зводять не до однієї, а до декількох моделей;

- аналізують альтернативні моделі, виявляють масштаб їхньої невизначеності для кожного з варіантів, а також проводять зіставлення різних варіантів з використанням різних критеріїв;

- як критерій обґрунтованості вибору оптимальної моделі використовують найбільш повне подання властивостей цілісного об'єкта, його структури й динаміки.

При пошуку технічного рішення системний аналіз проявляється в тім, що: 1) спочатку виявляють і формують кінцеві цілі (ідеальний кінцевий результат); 2) вся проблема розглядається як єдина система, де перебувають всі часткові рішення, проявляються всі взаємозв'язки і взаємодії кожного з них; 3) виявляються та аналізуються можливі альтернативні шляхи досягнення шуканого результату; 4) обов'язковою умовою є відсутність конфлікту цілей системи із цілями кожної з окремих підсистем.

Асоціативні прийоми і системний аналіз лежать в основі багатьох евристичних методів.

Для починаючих творців винаходів дуже важливо знати апробовані, перевірені практикою **методи винахідницької творчості**. По оцінках фахівців, на даний час розроблено понад п'ятдесят, а з урахуванням приватних методик – кілька сотень методів пошуку рішень творчих завдань. Ці методи орієнтовані на розвиток як логічного мислення, так і інтуїції. З безлічі методів пошуку нових оригінальних рішень та практичних завдань виділимо найбільш відомі.

Методи винахідницької творчості

Метод проб і помилок, називаний іноді “сліпим перебором”. Цей метод використав у своїй винахідницькій практиці найбільший математик і механік Древньої Греції Архімед. Його винаходи викликають повагу вчених і сьогодні. Серед них – запальні дзеркала, блоки для підйому ваг, що працюють із використанням “архімедового гвинта” водопідйомні машини, військові металеві машини і т.д. Архімед запропонував у своїх роботах створення нових технічних об'єктів шляхом комбінації 14 відомих елементів. Деякі з таких комбінацій стали потім винаходами і були використані для рішення практичних завдань у різних галузях. Згодом, людство неодноразово робило спроби вдосконалити цей метод. Відомий письменник і винахідник Н. Петрович у цьому зв'язку справедливо вказує: “Якби ми задалися метою послідовно, починаючи із часів Архімеда і закінчуючи нашим освіченим ХХ століттям, простежити і описати всі спроби створити методіку винахідництва, то вийшла б енциклопедія з багатьох томів. Її сміло можна було назвати “Малоуспішна боротьба розуму з методом проб і помилок за дві тисячі років”.

Видатний американський винахідник Томас Едісон (1847- 1931), автор 1099 винаходів, працював над винаходами, розділяючи технічну проблему на ряд конкретних завдань. По кожному з них одночасно організовував пошук найбільш вдалого рішення шляхом перевірки численних можливих варіантів. Безперечний винахідницький талант Едісона і реалізація його у технічній творчості методіки проб і помилок привели до створення цілого ряду видатних технічних нововведень. Однак над одним винаходом, по визнанню самого Едісона, доводилося трудитися в середньому до семи років.

Метод контрольних питань. Рішення винахідницьких завдань згаданим вище методом проб і помилок вимагає розгляду всіляких варіантів, число яких при досить складних завданнях досягає значної величини. Наприклад, для винаходу лужного акумулятора Едісону довелося поставити

50 тис. досвідів. Щоб якось упорядкувати, зробити більше осмисленим і цілеспрямованим розгляд варіантів, складаються списки навідних питань. У цьому суть методу контрольних питань. Він одержав поширення в 20-30-і роки ХХ століття. Широко відомий список А.Ф. Осборна (США), що складається з дев'яти груп питань: “Що можна в технічному об'єкті зменшити?”, “Що можна в технічному об'єкті перевернути?” і т.д. У кожній групі є підпитання типу: чи можна що-небудь укоротити, звузити, стиснути і т.д.

Певний інтерес представляє наступна список-пам'ятка, складений англійським винахідником Т. Ейлоартом:

1. Перелічити всі якості і визначення передбачуваного винаходу. Змінити їх.
2. Сформулювати завдання ясно. Спробувати нові формулювання. Визначити другорядні завдання і аналогічні завдання. Виділити головні.
3. Перелічити недоліки наявних рішень, їхні основні принципи, нові припущення.
4. Накидати фантастичні, біологічні, економічні, хімічні, молекулярні і інші аналогії.
5. Побудувати математичну, гідравлічну, електронну, механічну та іншу моделі (моделі точніше виражають ідею ніж аналогії).
6. Спробувати різні види матеріалів і види енергії: газ, рідина, тверде тіло, гель, піна, паста та ін.; магнітну і електричну енергії, тепло, світло, силу удару і т.д.; різні довжини хвиль, поверхневі властивості і т.п.; перехідні стани – замерзання, конденсація, перехід через точку Кюрі і т.д.
7. Установити варіанти, залежності, можливі зв'язки, логічні збіги.
8. Довідатися думки деяких зовсім не обізнаних у даному питанні людей.
9. Улаштувати сумбурне групове обговорення, вислухуючи всіх і кожную ідею без критики.
10. Спробувати національні рішення: хитре шотландське, всеосяжне німецьке, марнотратне американське, складне китайське і т.д.

11. Спати із проблемою, іти на роботу, гуляти, приймати душ, їхати, пити, грати в теніс – усе з нею.
12. Побути в стимулюючій обстановці (технічні музеї, магазини дешевих речей), переглянути журнали, комікси.
13. Накидати таблицю цін, величин, переміщень, типів матеріалів і т.д. для різних рішень проблеми або різних її частин; шукати пробіли в рішеннях або нові комбінації.
14. Визначивши ідеальне рішення, розробляти можливі елементи.
15. Видозмінити рішення проблеми з погляду часу (скоріше або повільніше), розмірів, і т.п.
16. В уяві залізти усередину механізму.
17. Визначити альтернативні проблеми і системи, які вилучають певну ланку з ланцюга, і у такий спосіб створюють щось зовсім інше, ведучи убік від потрібного рішення.
18. Чия це проблема? Чому його?
19. Хто придумав це першим? Історія питання. Які тлумачення цієї проблеми мали місце?
20. Хто ще вирішував цю проблему? Чого він домогся?
21. Визначити загальноприйняті граничні умови і причини їхнього встановлення.

Ці і подібні їм списки, як правило, вказують тільки, що треба робити, але не пояснюють, як це зробити.

Метод контрольних питань дає можливість якоюсь мірою «відірватися» від звичних, усталених понять про предмет, допомагає перебороти або зменшити психологічну інерцію, змінити напрямок пошуку.

Метод аналогій з живою природою. Суть методу ясна з назви. Умовивід за аналогією, як відомо, складається в переносі знання, отриманого в результаті аналізу якого-небудь об'єкта, на менш вивчений, подібний по істотних властивостях і якостям об'єкт. Подібні умовиводи є одним із джерел наукових гіпотез. Спроби “підглянути” у живій природі раціональні рішення

своїх проблем вживали протягом всієї історії людства. Серед перших, про кого історія зберегла досить докладні відомості, варто назвати Леонардо да Вінчі. Він відомий не тільки як художник, автор “посмішки Мони Лізи (Джоконди)”, але і як найбільший винахідник, що використовує метод аналогій. Їм створені проекти літальних апаратів, гелікоптера за аналогією із гвинтом Архімеда, двоверетенної самопрядки, ланцюгових передач, кулькового підшипника, маятникових годинників, надувного рятувального кола, водолазного скафандра і т.д.

Пошук аналогій у діяльності живого організму і функціонуванні технічних систем привертала увагу вчених всіх часів. Так, серце людини розглядали як добре працюючий механічний насос. Століття електрики породило аналогію процесів, що протікають у нервовій системі, з тими, які реалізуються в електричних колах. Сьогодні однією з найбільш популярних аналогій є «комп'ютерна метафора». Її зміст складається у відношенні до природного інтелекту як до обчислювального пристрою. Багато сторін інтелекту розглядаються за аналогією із властивостями комп'ютерів (постійна і оперативна пам'ять, процедурне і декларативне подання знань і т.д.), які відомі проектувальникам ЕОМ і програмістам. Ця метафора привела до створення нової області психологічних досліджень інтелекту – когнітивної психології.

У творчості використовуються аналогії різних типів (функціональна, структурна, аналогії; аналогії відносин, зовнішньої форми). Винахідницька практика свідчить про те, що чим віддаленні області, між якими проводять аналогії, тим більше несподіваний, оригінальний результат може бути отриманий при рішенні завдання. Варто мати на увазі, що самі складні проблеми завжди мають прості, ясні для розуміння, неправильні рішення, тому умовиводи, зроблені за аналогією з конкретними об'єктами, носять, як правило, лише правдоподібний характер і вимагають наступної ретельної перевірки і технічного обґрунтування.

У технічній творчості аналогії виконують ще одну роль - їх зручно використати для виявлення тенденцій розвитку технічних об'єктів, суспільних і особистих потреб і технічних засобів, створюваних для їхнього задоволення.

Методи використання випадків. В історії науки і техніки чимало прикладів, коли випадковість допомагала зробити серйозне відкриття або винахід. Крім загальновідомих легенд про Архімеда і Ньютона, є деякі більш достовірні випадки. Широко відома історія відкриття радіоактивності французьким фізиком А.А. Бекерелем у результаті того, що він ненавмисно виявив неекспоновану фотопластинку, що перебувала поруч із урановою сіллю. Хімік Фальберг після лабораторних дослідів забув вимити руки перед тим, як сісти за обідній стіл. Відчувши, що чомусь всі блюда солодкі, він зв'язав це з виявленими на руках слідами тільки що отриманої речовини. У результаті дослідження цієї речовини вчений відкрив сахарин. Випадково перекинута на гусяче перо перекис водню допомогла Річардсону винайти спосіб знебарвлення волосся. Винахідник способу хімічного чищення тканини Мариле зобов'язаний забрудненому костюму робітника, що випадково упав в бочку зі скипидаром. Такі приклади можна було б продовжувати й далі. Однак, як справедливо відзначав французький учений Луї Пастер, “Не всякому допомагає випадок; доля обдаровує тільки підготовлені розуми”. Відоме “яблуко Ньютона” змогло з'явитися лише в результаті двадцятилітньої праці вченого. Тому навряд чи можна назвати розсудливим пасивне очікування випадкових результатів, помилок і т.п.

Підвидами цього методу є метод фокальних об'єктів метод гірлянд випадків і асоціацій.

Метод фокальних об'єктів запропонований американцем Ч. С. Вайтингом. Назва методу походить від слова фокус (що означає в оптиці точку, у якій збирається паралельний пучок світлових променів, що пройшов через оптичну систему) і означає, що в цьому випадку мається на увазі концентрація уваги на якомусь об'єкті.

Відповідно до цього методу, рішення технічного завдання здійснюється за допомогою виконання ряду послідовних кроків:

- визначення фокального об'єкта, тобто об'єкта, на який спрямована наша увага;
- вибору випадкових об'єктів (від двох до шести);
- складання відомості обраних об'єктів і всіх їхніх ознак;
- генерування ідей шляхом приєднання до фокального об'єкта ознак випадково обраних об'єктів;
- розвитку первісних ідей і генерування нових шляхом вільних асоціацій (фіксуються об'єкти, які мимоволі пригадуються після даного об'єкта, потім – після нового і т.д.) по всіх ознаках випадково обраних об'єктів. Об'єднання фокального об'єкта послідовно з кожним елементом отриманого ряду асоціацій приводить до нових ідей;
- оцінки і вибір корисних рішень.

Метод гірлянд випадків і асоціацій, запропонований ризьким інженером Г.Я. Бушем, передбачає наступні поведінкові рекомендації при рішенні якихось складних завдань, коли здається, що вони нерозв'язні взагалі:

1. Не треба падати духом, варто пам'ятати, якщо завдання не суперечить фізичним законам, вона обов'язково має рішення, якщо не на даному етапі, то в майбутньому;
2. Треба шукати шляхи виходу з тупикової ситуації, серед яких пропонуються наступні:

2.1.Змінити рівень завдань. Наприклад, замість удосконалення пристрою треба шукати новий принцип його конструювання.

2.2.Перетворити завдання у двоступінчасте, що передбачає рішення спочатку простої його частини, що виконає роль підказки для рішення основного завдання винаходу.

2.3.Поставити допоміжне питання для з'ясування можливих рішень завдання при зміні параметрів об'єкта.

2.4.Розглянути інвертоване (тобто зворотне) завдання.

2.5.Залучити принципи рішення, що існують в інших галузях, здавалося б, взагалі далеких від розглянутої.

2.6.Організувати колективне генерування ідей, тобто мозковий штурм.

2.7.Тимчасово припинити пошук шляхів рішення. Це створює можливість глянути через якийсь час на завдання з нових позицій.

Морфологічний метод. Суть його полягає в проведенні морфологічного аналізу, тобто в дослідженні структурних зв'язків і взаємин між предметами, явищами, ідеями. При цьому спочатку виявляються всілякі взаємини, незалежно від їхньої цінності. Метод, що дозволяє за короткий час створити велике число оригінальних технічних об'єктів, запропонований в 1942 р. швейцарським вченим-астрономом Ф. Цвіккі.

На основі морфологічного підходу розроблене ціле сімейство методів практичного рішення винахідницьких завдань, і один з них – метод морфологічного ящика. Відповідно до цього методу, пошук рішень технічних завдань складається з декількох етапів:

- точного формулювання винахідницького завдання;
- розчленовування об'єкта (процесу, проблеми) на основні функціональні вузли (параметри);
- послідовного незалежного розгляду всіх вузлів (параметрів) і вибору для них всіх можливих рішень;
- складання багатомірної таблиці («морфологічного ящика»), яка б уміщала всі варіанти рішення завдання. Кожному функціональному вузлу (параметру) у таблиці відповідає певна графа («вісь»), де перераховуються всі можливі (з погляду винахідника) варіанти його рішення. У випадку двох осей таблиця має найбільш простий вид (звичайна двовимірنا); при наявності n осей – n -мірний ящик;

- аналізу і оцінки всіх без винятку можливих рішень із позицій оптимального досягнення поставленої мети;

- відбору одного або декількох найкращих варіантів для практичного використання. У складних ситуаціях саме використання також має потребу в морфологічному аналізі.

Метод ефективний лише для рішення простих завдань. У випадку складних завдань необхідно розглядати безліч комбінацій. Так, користуючись даним методом для прогнозування тільки одного типу реактивних двигунів, Ф. Цвіккі одержав (при наявності 11 осей) 36 864 комбінації. Йому вдалося створити кілька реактивних двигунів, які базувалися на нових принципах.

Метод мозкової атаки (або “мозкового штурму”). Запропонований американським психологом А.Ф. Осборном метод виник як спроба усунути одну з найбільш серйозних перешкод творчому мисленню – острах критики висунутих ідей. З метою усунення цієї перешкоди метод припускає висування і аналіз будь-яких ідей (у тому числі самих фантастичних, явно помилкових, жартівних), тому що вони можуть стимулювати появу більше коштовних винаходів. Тим самим знімається заборона на критику. Те, що такий підхід ефективний, показує наступний приклад.

Під час другої світової війни транспортне судно під командою морського офіцера А.Ф. Осборна без належного супроводу військових кораблів перевозило вантаж у Європу. Одержавши радіограму про можливий напад на судно німецьких підводних човнів, А.Ф. Осборн запропонував членам команди висловити міркування про те, як протистояти небезпеці, що насувається. Один з матросів запропонував вишикувати команду уздовж борта, до якого буде наближатися торпеда, і дружним дуттям відхилити торпеду убік. Згодом оснащення судна вентилятором, що створює потужний спрямований потік води, у дійсності врятувало атаковане судно від торпеди, яку дійсно вдалося відхилити. Сьогодні це технічне рішення, зрозуміло, уже застаріло. Однак метод придбав найширшу популярність при пошуку рішень

у невизначених ситуаціях. Це не випадково. Осборн інтуїтивно відчував механізм роботи мозку, розподіл функцій генерації і аналізу ідей. Реалізація абсурдної на перший погляд ідеї й з'явилася підставою для розробки методу мозкової атаки.

А.Ф. Осборн, створюючи метод, ґрунтувався на тому, що в одних людей яскравіше виражені здатності до висування ідей, а в інших – до їхнього аналізу, критичного осмислення. Щоб вони, виконуючи роботу спільно, не заважали один одному, було запропоновано розділити учасників пошуку рішення технічного завдання на дві групи, наприклад, “фантазерів” і “критиків” (“генераторів ідей” і “аналітиків”).

У завдання “фантазерів” входить тільки висування ідей. Обстановка повинна бути доброзичливою, сприятливою сміливій пропозиції будь-яких ідей. При цьому заборонена не тільки словесна критика, але й будь-які жести, іронічні посмішки і т.п. У складі “фантазерів” (5 - 10 людей) повинні бути люди різних спеціальностей з різним рівнем кваліфікації, що можуть за короткий час (від 15 хв. до 1 г.) запропонувати кілька десятків ідей. При цьому повинні враховуватися не тільки самостійні нові ідеї, але і спроби вдосконалити або комбінувати тільки що запропоновані. Безсумнівно, що в групі повинен бути керівник, здатний у ході колективної мозкової атаки забезпечувати широкий розкид думок і який зможе непомітно повертати процес генерування ідей у потрібне русло. На попередньому етапі організатор забезпечує чітке формулювання завдання, а також підбір двох груп учасників: “генераторів ідей” і “аналітиків”. “Мозковий штурм” звичайно триває 1.5-2 г.

При рішенні проблеми обидві групи повинні дати відповідь на питання: перше, чим повинна завершитися розробка і друге, що перешкоджає одержанню бажаного. Функції цих двох груп розрізняються: “генератори” повинні висловити якнайбільше число ідей рішення, тоді як “аналітики” виділяють із цього потоку ідеї, перспективні для наступного обробки. Обов'язковою умовою реалізації методу є категорична заборона будь-яких

суджень відносно ідей, що генеруються, як сприятливих, так і критичних. Іноді відверто невдалі на перший погляд ідеї приводять до перспективних рішень. Успіх “мозкового штурму” найчастіше визначається правильним підбором учасників і забезпеченням творчої атмосфери при його проведенні.

Після завершення “штурму” учасники колективно редагують список напрацьованих ідей. На цьому етапі вже можливо “напівкритичне” відношення до них і розширення списку новими ідеями, що виникли в процесі редагування. Практика показує високу ефективність методу: при індивідуальній роботі кілька людей за 15-30 хв. у сумі пропонують 10-20 ідей, тоді як така ж по чисельності група, що приймає участь у мозковому штурмі, за цей же час здатна генерувати від 50 до 150 ідей.

Виділені ідеї передаються групі експертів, які спочатку розділяють їх на здійсненні і нездійсненні (на даному рівні розвитку техніки), а потім вибирають найбільш прийнятні. При цьому ведеться ретельний пошук “раціонального зерна” у кожній висунутій ідеї.

Метод “мозкового штурму” успішно застосовується в області керування, бізнесу, економіки та ін. Не втратив він значення і для колективного рішення винахідницьких завдань у різних областях техніки, і в процесі навчання (для тренінгу починаючих винахідників). Існують багато різновидів мозкової атаки: “масова мозкова атака”, метод “конференції ідей” та ін.

Близьким до цього методу є **метод синектики, або “об’єднання різнорідних елементів”**, запропонований американським ученим В. Гордоном в 50-х роках XIX в. Творчі синектичні групи (5-7 людей) створюються із представників різних професій або наукових дисциплін, людей різного віку, утворення, різної кваліфікації і т.п. В основі синектики лежить мозкова атака, однак проводиться вона постійними групами, які, опановуючи спеціальними прийомами і накопичуючи досвід, працюють більш ефективно, ніж випадково зібрані люди. Організація технічної творчості по методу синектики реалізується в 4 етапи:

1. Підбір групи фахівців - «синекторів».
2. Освоєння практики використання аналогій при рішенні різних технічних завдань.
3. Аналіз проблеми і пошук її рішення.
4. Оцінка результатів рішення проблеми, їхня оптимізація і реалізація.

На першому етапі підбирають групу фахівців у віці 25—40 років, які на своєму життєвому шляху хоча б раз міняли свою професію. Як критерії відбору використовуються професія, гнучкість мислення, діапазон знань і практичних навичок, контрастність психологічних типів особистості.

Під час другого етапу в колективі формуються взаєморозуміння, зацікавленість кожного учасника в ефективному рішенні винахідницьких завдань, створюються передумови для “синектичного” мислення:

- уміння відволіктися від частковостей, виділяти сутність завдання, абстрагуватися від звичного контексту, подумки віддалятися від предмета розробки;
- здатності управляти процесом розвитку тривіальних ідей;
- навичок підвищеної терпимості до ідей інших людей, готовність урахувати і розвивати їх;
- упевненості в успішному рішенні проблеми;
- уміння виявляти у звичайних явищах щось особливе і використати виявлені оригінальні якості як стартові для творчої уяви.

Для формування такого мислення, колектив тренується у використанні аналогій різних типів:

- прямих – розроблювальний технічний об’єкт “синектор” зіставляється зі схожими об’єктами з різних областей техніки і природознавства;
- особистих – ототожнення “синектора” з яким-небудь елементом проблемної ситуації, досліджуваним об’єктом або якоюсь його частиною, з метою проникнути в суть його роботи;

- символічних – метафор, що реалізуються при підборі, і порівнянь, у яких характеристики одного предмета ототожнюються із властивостями інших;

- фантастичних – що дозволяють представляти речі у вигляді, якими вони не є, але якими “синектор” хотів би їх бачити.

На третьому етапі учасники групи:

- знайомлять із формулюванням проблеми в тій редакції, як її представляє замовник;

- виявляють очевидні (тривіальні) рішення (які навряд чи дозволять створити щось нове й оригінальне);

- шукають аналогії, перетворюючи незвичайне у звичне, при цьому допускається ігнорування фізичних законів;

- встановлюються головні труднощі і протиріччя, що перешкоджають рішенню проблеми.

Суть четвертого етапу становить дискусія, за підсумками якої формулюються цікаві ідеї, які доводять до ступеня, достатньої для виготовлення моделі рішення.

У методі “зворотного мозкового штурму” при створенні новаторського рішення відштовхуються від переліку недоліків аналізованого об'єкта, що потім повинен бути максимально критично розглянутий. При цьому перелік по можливості повинен бути максимально повним. Об'єктом аналізу служать конкретні вироби, технології, їхні окремі елементи і т.д. Метод широко використовується для рішення таких завдань, як складання технічних завдань на розробку об'єкта винаходу, проведення експертизи проектно-конструкторської документації та ін. Предметом колективного обговорення можуть бути: опис аналізованого об'єкта, аналіз його відомих недоліків, пов'язаних з виготовленням, експлуатацією, ремонтом, а також подання про ідеальний кінцевий результат і про небажані недоліки.

При підборі учасників у групу “генераторів” додатково включають фахівців, що забезпечують весь життєвий цикл об'єкта. Правила для учасників обговорення ті ж, що й при прямому “мозковому штурмі”. Результатом роботи є список можливих протиріч і недоліків об'єкта, відредагований “аналітиками”. Пошук шляхів усунення недоліків і обмежень здійснюють прямим “мозковим штурмом”.

Виявлені недоліки служать підставою для постановки нових винахідницьких завдань. Поетапна мозкова атака передбачає послідовне рішення проблеми від постановки завдання до впровадження.

Стратегія семиразового пошуку. Сутність цього методу, розробленого Г.Я. Бушем, полягає в послідовному, системному і багаторазовому застосуванні різних таблиць, матриць, діаграм, схем і т.п. Автор методу виходить із того, що ефективному одночасному розгляду, порівнянню, вивченню людина може піддати до семи предметів, понять, ідей.

У методі розрізняють стратегічну і тактичну частини. Стратегія підрозділяється на сім стадій:

1. Аналіз проблемної ситуації, суспільних потреб.
2. Аналіз функцій аналогів і прототипу. Виявлення оптимальних умов споживання і експлуатації. Визначення актуальних і головних функцій.
3. Постановка завдання. Формулювання завдання в загальному виді, визначення необхідного рівня рішення й рівня якості технічного об'єкта.
4. Генерування винахідницьких ідей, спрямованих на краще виконання об'єктом його функціонального призначення. Вибір і використання евристичних засобів.
5. Конкретизація ідей (структура, конструкція, форма, матеріал, операції і їхня послідовність).
6. Оцінка альтернативи і вибір раціональних варіантів рішення, відбір оптимального варіанта.
7. Спрощення, розвиток і реалізація рішення.

Тактична частина методу складається із практичних прийомів, застосовуваних на різних стадіях процесу створення нового технічного об'єкта.

Один з них – прийом “сім ключових питань”. Як вказує Г.Я. Буш, ще римський оратор Квінтілліан (І ст. н.е.) визначив сім питань, на які необхідно відповісти, щоб інформація про подію, явище, процес, завдання була повною. До них ставляться наступні: хто? що? де? чим? навіщо? як? коли? Ці питання спрямовані на одержання інформації відповідно про суб'єкт, об'єкт, місце, засіб, мету, методи і час, що відносяться до розглянутого явища або події.

Метод східчастого підходу заснований на системному аналізі причин, що визначають мету розробки і перешкоди на шляху вироблення конкретних рішень. Його реалізація може бути представлена у вигляді наступного ланцюжка дій:

1. Визначається кінцева мета рішення завдання;
2. Виявляється підстава для виникнення потреби в новому рішенні;
3. Встановлюють протиріччя, які викликають необхідність рішення завдання;
4. Визначення перешкод (або обмежень) на шляху усунення виявлених протиріч;
5. Здійснюється пошук можливих засобів для подолання перешкод;
6. Будується модель завдання і перевірка правильності рішення.

Реалізація методу сприяє систематизації наявної інформації і перетворенню знайденої ідеї в технічне рішення.

Метод “матриць відкриття” базується на морфологічному аналізі, але орієнтований, головним чином, на систематичне дослідження прийнятного способу рішення щодо створюваного об'єкта. За результатами аналізу будується таблиця, у рядках якої записують обрані ознаки об'єкта, а в стовпцях – евристичні принципи їхньої реалізації. На перетинанні ряду і стовпця в кожну клітку записують відомості про відповідні можливі рішення. Реалізацію цього методу утрудняє те, що використання як показників

функціональних і конструктивних ознак об'єкта, утрудняє вибір відповідних евристичних прийомів.

Метод функціонального винахідництва, тобто, розробка операцій реалізації технічного об'єкта (фізичного перетворення, хімічного перетворення та ін.) і потреба, що може бути задоволена за допомогою цього об'єкта. Реалізація методу може бути представлена як послідовність дій по визначенню функцій окремих елементів технічного рішення, виявлення основної функції, пошуку шляхів зміни останньої, пошуку методів реалізації допоміжних функцій, які необхідні для здійснення нової основної функції.

Метод функціонального конструювання, запропонований Р. Коллером, і заснований на повному абстрагуванні від конструктивних особливостей об'єкта. Увага концентрується на аналізі функцій, які цей об'єкт повинен виконувати. При реалізації уточнюється основна функція об'єкта, що представляють у вигляді сукупності елементарних (прямих і зворотних) операцій (випромінювання - поглинання, збільшення - зменшення, з'єднання - роз'єднання, об'єднання - поділ і т.д.). Метод також передбачає застосування математичних і логічних операцій. Виділення елементарних операцій дозволило здійснювати комбінаторний пошук їхніх можливих носіїв для відтворення основних функцій об'єктів. Метод придатний при автоматизованому пошуку конструкцій для реалізації нових технічних рішень.

Алгоритм рішення винахідницьких завдань

Алгоритм рішення винахідницьких завдань (АРВЗ) – це комплексна програма, заснована на законах розвитку технічних систем, що дозволяє проаналізувати вихідне завдання, побудувати його модель, виявити протиріччя, що заважає одержанню бажаного результату звичайними (відомими) шляхами і знайти найбільш ефективний прийом розв’язання цього протиріччя. Сутність АРВЗ описана Г.С. Альтшуллером. Їм запропонована класифікація винахідницьких завдань, що включає п’ять рівнів складності:

1. Завдання, для рішення яких достатньо застосування засобів (пристроїв, способів, речовин), що використовуються по своєму призначенню. Сам об’єкт не змінюється. У процесі рішення достатній «перебір» декількох, цілком очевидних варіантів. Завдання і засоби його рішення звичайно ставляться до однієї вузької сфери діяльності.

2. Завдання, у яких відбуваються деякі зміни об’єкта і має місце перехід до галузевого масштабу. Кількість розглянутих варіантів рішень зростає до декількох десятків.

3. Завдання, у яких передбачається значна зміна об’єкта. Принципи рішення найчастіше запозичаються з інших областей техніки.

4. Завдання, у яких об’єкт змінюється повністю, а рішення засновані на досягненнях фундаментальної науки, насамперед, в області фізичних і хімічних ефектів і явищ.

5. Завдання, у яких відбувається зміна всієї системи, у яку входить об’єкт. Тут засоби рішення найчастіше засновані на великих експериментальних даних (результати сотень тисяч – мільйонів дослідів, власних і описаних у літературі). Відправною точкою для рішення завдань цього рівня можуть стати наукові відкриття.

Відкриття принципів функціонування природних об’єктів озброює винахідників новими засобами створення технічних рішень. Узагальнення

досвіду створення технічних рішень винахідниками представлено в **міжгалузевому фонді евристичних прийомів**. Цей фонд орієнтований на різні області техніки і містить систематизований узагальнений опис прийомів, а також по 2-3 приклади рішення технічних завдань, що активізують технічну творчість на стадії усунення головних недоліків і протиріч прототипу. Структура фонду включає 12 груп евристичних прийомів (табл. 1).

Таблиця 1.

Групи евристичних прийомів перетворення об'єкта

Номер групи	Найменування групи
1	Перетворення форми
2	Перетворення структури
3	Перетворення простору
4	Перетворення в часі
5	Перетворення руху і сили
6	Перетворення матеріалу і речовини
7	Прийоми диференціації
8	Кількісні зміни
9	Використання профілактичних мір
10	Використання резервів
11	Перетворення за аналогією
12	Підвищення технологічності

Групи евристичних прийомів мають міжгалузевий характер. У цьому зв'язку, варто мати на увазі, що при розгляді будь-якого предмета або явища з різних позицій конкретної галузі науки або з позицій різних галузей науки розуміння тих самих відомостей може бути не однозначним. У різних галузях науки нерідко через багатозначність слів (полісемії їхніх значень) утрудняються комунікації навіть серед фахівців, що працюють у близьких областях знання. Взаєморозуміння часто відсутнє, оскільки фахівці вживають

ті самі слова, але мають на увазі їхні різні значення. Полісемія є захисною властивістю пам'яті людини. У резидентній моделі пам'яті передбачається, що слова і деякі інші знаки виступають у пам'яті людини як “імена файлів”, що містять різні значення цих слів. Частина цих імен постійно (резидентно) утримується в пам'яті, причому під одним ім'ям утримуються різні значення слів. Передбачається, що вони впорядковані відповідно до частоти їхнього вживання даною людиною. У цьому випадку зміна виду діяльності (галузі науки) приводить до перестановок у файлі і зміні резидентного значення слова.

Приймаючи це до уваги, може бути запропонована наступна евристична модель роботи над проблемою. Спочатку доцільно проблему формулювати тими словами, як це розуміє дослідник. Потім варто виписати значення всіх використаних слів з різних джерел (тлумачні словники, наукові словники та енциклопедії). Достаток нових значень слів, що до того здавались зовсім зрозумілими, не тільки “розміє” формулювання проблеми, що здавалося точним, але й підкаже шлях її рішення. Дійсно, при рішенні тої або іншої проблеми ми звичайно шукаємо нові для даної конкретної ситуації взаємозв'язки між предметами або явищами. У силу принципу фундаментальної єдності світу подібні взаємозв'язки уже знайдені в інших галузях науки і техніки, а отримані результати, швидше за все, уже зафіксовані в значеннях слів.

Розглянуті матеріали свідчать про еволюцію прийомів винахідницької діяльності. Ця еволюція обумовлена підвищенням ступеня узагальнення прийомів діяльності у всіх областях діяльності людини. Рішення винахідницьких завдань ґрунтується на перетворенні незнайомого в знайоме, а звичного – у незвичайне, тобто на спробах зменшити психологічну інерцію мислення людини. Метод конфлікту починає уступати інтуїтивним методам усвідомлення суті проблем і пошуку рішень. Приходить розуміння того, що найбільш великі “прориви” людства в пізнанні і перетворенні дійсності отримані в результаті “осяяння” і наступного логічного обґрунтування нових

ідей. Сьогодні, як ніколи раніше, усвідомлена роль у винахідництві накопичених знань по психології мислення і методів керування “емоційним інтелектом”.

Вдалий вибір теми дисертації – основа успіху здобувача вченого ступеня

Початковим етапом роботи над дисертацією є вибір її теми. Це дуже відповідальний етап, що визначає, чи буде успішним подальший розвиток дисертаційного дослідження, чи визнають фахівці його результати новими, корисними не тільки для самого здобувача, але й для суспільства. Вибрати тему дисертації – значить визначити, у якому напрямку протягом досить тривалого часу буде рухатися здобувач, на що буде спрямована його енергія, що буде становити основу його діяльності. Оскільки дисертація – це не рядова наукова праця, а кваліфікаційна, то тема її повинна спрямовувати здобувача до його розвитку, поглиблення своїх знань, удосконалення навичок, підвищенні інтелекту – тобто забезпечити сходження на більш високий кваліфікаційний щабель як фахівця в певній області знань.

Вибір теми не може бути «сліпим», йому повинен передувати аналіз того, які наукові проблеми у відповідній області знань вимагають найшвидшого вирішення, чи можна в таких проблемах відокремлювати самостійні частини (розділи), які з виділених розділів є ключовими, яка ступінь їхньої вивченості. Варто проаналізувати також ступінь практичної значимості результатів рішення складових частин проблеми, а також достатність методичного забезпечення шляхів рішення в умовах тієї організації, на базі якої передбачається виконання дисертаційного дослідження. Без такого аналізу неможливо:

- сформулювати назву теми;
- оцінити актуальність обраного напрямку;
- виключити «тупикові» (проблема не розв'язується взагалі на сучасному рівні розвитку науки) або «глухі» теми (розробка тих розділів проблеми, які самостійно можуть бути вирішені тільки після одержання результатів по інших розділах);

- оцінити орієнтовно час, необхідний для виконання роботи;
- зорієнтуватися, чи варто планувати проведення досліджень тільки в організації, що визначена здобувачем як базова для виконання роботи, або додатково і в інших організаціях, та у яких саме.

Тільки така попередня розробка може бути гарантом успішної підготовки і захисту дисертації.

Формулювання назви теми досить серйозне питання. Відповідно до Положення про підготовку кадрів вищої наукової кваліфікації, тема дисертаційного дослідження затверджується радою (вченою радою) організації, у якій виконується робота. Тільки на підставі рішення цієї вченої ради можна змінити тему, якщо виявиться, що спочатку обраний здобувачем напрямок помилковий. Звертаємо увагу на те, що назва теми, по якій виконується дисертація, не обов'язково повинна збігатися з назвою самої дисертації. Перше трохи ширше, визначає напрямок дослідження, у якому може працювати не один здобувач, тоді як друге – концентроване вираження суті конкретної дисертації, що відповідає її змісту, що відбиває ціль і новизну отриманих результатів. Назва дисертації в ході виконання роботи і навіть при її первинній експертизі (аж до прийняття до захисту радою по захисту дисертацій) може уточнюватися, якщо це буде потрібно – важливо тільки, щоб при цьому зберігся той напрямок досліджень, який визначено затвердженою темою. Так, наприклад, спочатку тема кандидатської дисертації була сформульована «Закономірності сорбції поверхнево-активних речовин активними вугіллями». У ході виконання роботи виявилось, що коло досліджуваних поверхнево-активних речовин було обмежене тільки неіоногенними, а з ряду активних вугіль вивчалися лише мезопористі адсорбенти. Тому назва завершеної дисертації була уточнена, і здобувач представив її до захисту вже з уточненою назвою «Закономірності сорбції неіоногенних поверхнево-активних речовин мезопористими вуглецевими адсорбентами». Таке уточнення не вимагає перезатвердження теми вченою радою; рішення приймається здобувачем і його науковим

керівником. При цьому ініціатива уточнення назви дисертації не обов'язково повинна належати самому здобувачу вченого ступеня – така пропозиція могла бути висунута експертом, що проводив попередню експертизу роботи.

Актуальність теми дисертації – найважливіша умова успішного її захисту. Тільки в цьому випадку найбільш просто проглядається наукова новизна і результативність економічних, технологічних і технічних рішень, а також організаційних заходів, запропонованих здобувачем. Результати саме таких досліджень знаходять швидке визнання і широке впровадження. Попередній аналіз ступеня вивченості проблеми дозволить оцінити ступінь складності поставленої перед здобувачем задачі. Якщо ніяких попередніх наукових «зділів» не виявлено не тільки в організації, де планується виконання роботи, але й у доступній літературі немає згадування по даному питанню, виходить, це – піонерська тема, що передбачає висування наукових рішень, що не мають аналогів. Безсумнівно, що наукова новизна результатів виконання такої роботи буде найвищою. Але в умовах сучасного рівня розвитку науки невирішеними залишилися досить складні теми, їхнє виконання по плечу не окремим індивідам, а цілим творчим колективам. Щоб виділити фрагмент такої теми, що володіє відносною самостійністю і зберігає високий ступінь новизни одержуваних рішень, потрібний великий досвід, навряд чи здобувач зможе зробити це самостійно – тут він повинен покласти на інтуїцію свого наукового керівника (наукового консультанта). Сподіватися на успішне рішення такої піонерської теми цілком у рамках однієї дисертаційної роботи – це нездійсненна мрія. Як правило, у рамках такої теми виконується не одна дисертація. При цьому не завжди в межах строку, відведеного для виконання дисертації, вдається одержати значимі для її завершення результати. Тому успішна робота в такому напрямку вимагає від здобувача вченого ступеня високої організованості і повної самовіддачі. Бути початківцем у рішенні такої проблеми – це не тільки велика честь, це й велика відповідальність і готовність терпіти невдачі. Задумавши виконати таку роботу (або одержавши пропозицію від наукового керівника), кожен

здобувач повинен серйозно зважити свої можливості, не переоцінюючи при цьому власних здібностей.

У випадку вибору досконало відомої теми, складно виділити її фрагмент, де можна чекати одержання нових результатів, ідентифікувати і оцінити особистий внесок здобувача. Безсумнівно, що в цьому випадку можуть виникнути труднощі в експертизі дисертації і атестації її автора.

Оптимальним варіантом у виборі теми є постановка перед здобувачем завдання розвитку положень, висунутих тією або іншою науковою школою, тобто вибір досить вузьких тем, що вже почали досліджуватись раніше. Не слід думати, що це зменшує їхню актуальність, адже вирішуючи часткові питання достатньо розробленої концепції, дослідник забезпечує рішення великої проблеми. Досвід показує, що вузька тема проробляється більш глибоко й детально. Спочатку здається, що вона настільки вузька, що й писати не має про що. Але при широкому ознайомленні з матеріалом це побоювання зникає, дослідникові відкриваються такі сторони проблеми, про які раніше він і не підозрював. Найбільш ймовірним результатом звертання до таких тем є самостійне виконання цільної, закінченої кваліфікаційної роботи, що володіє новизною, достатньою, щоб визнати її кандидатською або докторською дисертацією, причому можна прогнозувати її виконання у встановлений термін.

Вибираючи тему, і здобувач, і його науковий керівник, повинні оцінити достатність методичного, матеріального та інформаційного забезпечення роботи в тому структурному підрозділі, у якому буде виконуватися дисертаційне дослідження. Якщо для одержання нових результатів передбачається освоєння нових методик, придбання й монтаж нових приладів і апаратури, необхідно, перш ніж виносити тему на затвердження вченою радою, заручитися гарантіями на відповідне матеріальне забезпечення, укласти договори про співробітництво з тими науковими колективами, де відпрацьовані аналогічні методики. Ні в кого не виникає сумніву в тому, що у випадку, якщо для монтування і самостійного освоєння

необхідної для проведення дослідження установки потрібні роки, краще домовитися про оренду (або інші форми спільного використання) такої установки з тією організацією, де вона є.

Практика показує, що найчастіше назва дисертації дослівно збігається із затвердженою темою. Підкреслимо ще раз необов'язковість такого збігу – назва повинна відбивати суть розв'язуваної великої наукової проблеми або завдання (тобто тему роботи), але в той же час наукова громадськість уже з назви повинна одержати ясне представлення, що зроблено в роботі здобувачем, який основний науковий результат виділяє дану роботу з безлічі інших. Тема визначається на початку роботи над дисертацією, коли про результати можна говорити лише в можливому плані; назва дисертації – це «візитна картка» готової наукової праці, коли одні з початкових припущень підтвердилися, а інші були відкинуті. Експертиза дисертації на всіх етапах атестації починається саме з назви.

Інструкцією по оформленню дисертацій являються наступні вимоги до назви дисертацій:

Назва роботи повинна визначати область наукових досліджень, бути по можливості короткою і точно відповідати змісту. Найчастіше коротка назва дається докторській дисертації, тому що вона підкреслює просторість області та повноту досліджень. У кандидатській дисертації, що висвітлює більш часткові питання, назва звичайно більше розгорнута. У назві дисертації треба (по можливості) уникати використання ускладненої вузькоспеціальної термінології. Не рекомендується починати назву дисертації зі слів: «Вивчення процесу...», «Дослідження деяких шляхів...», «Розробка й дослідження...», «Деякі питання...», «Матеріали до вивчення...», «До питання...» і т.п., у яких не відбивається належною мірою суть розглянутої проблеми, завершення роботи, немає досить ясного визначення її мети й результатів.

Цінність дисертації, як і наукової праці взагалі, полягає в тому, щоб вона не лежала на полиці, а служила для одержання нових знань, для

реалізації отриманих результатів у практиці – тобто вона повинна мати певне коло читачів. Важливо, щоб дисертація вчасно знайшла свого читача – до того, коли існуючі в ній нові відомості застаріють. Багато в чому цьому сприяє коректна, чітка назва дисертації, максимально наближена до її змісту, адже якщо назва не висвітлює суть роботи, вона втратиться в бурхливому інформаційному потоці. Вимога адекватності назви дисертації її змісту підсилюється ще й тим, що дисертація є кваліфікаційною науковою працею, і якщо таку вимогу здобувач не виконав, виходить, він ще не здобув досить високу кваліфікацію, що дає йому право на самостійне проведення наукових досліджень.

З жалем доводиться констатувати, що усе ще зустрічаються невдалі назви дисертацій. Приведемо найбільш типові помилки в складанні назв:

- неконкретність назви. Так, з назви «Зміст, форми поширення і виділення деяких макроелементів із природних розсолів України», неясно, які саме з безлічі макроелементів являються об'єктом дослідження. Крім того, наведена назва стилістично невдала;

- у назві не дотримується послідовність подання первинного і вторинного, того, що є об'єктом дослідження, і того, який позитивний ефект може бути досягнутий. Так, у дисертації за фахом «механізація сільськогосподарського виробництва» у назві «Поліпшення агрокліматичних властивостей ґрунтів на основі розробки спеціальних відвальних плугів» зроблений акцент на поліпшенні властивостей ґрунтів, тобто на тому, що є предметом дослідження зі спеціальності «агрохімія і ґрунтознавство»; суть же дисертації становить розробка теоретичних основ створення сімейства нових плугів, що забезпечують високу якість оранки, що оцінювалося виходячи з агрокліматичних властивостей ґрунтів, тобто у назві вторинне висунуто на перше місце;

- назва формулюється як назва етапу (завдання) науково-дослідної роботи (НДР): «Біологічно обґрунтувати і розробити алгоритм моделі інтегрованої системи захисту вівса від домінантних шкідників для ПЕВМ». У

цій назві, крім того, автор знехтував елементарними нормами української мови (сприймається так, що здобувач мав справу з домінантними шкідниками для ПЭВМ);

- назва перевантажена спеціальними термінами «Вплив трихоцефалезної інвазії та метаболітів паразитів на каріотип соматичних кліток господаря»;

- у назві використовуються вузькоспеціальні жаргонні вислови («Оптимальні розклади обслуговування вимог партіями») і аббревіатури («Розробка тонкоплівних резистивних елементів ГІМС підвищеної стійкості до механічних впливів»).

Найбільше часто зустрічається побудова назви з порушенням граматичних норм української мови, що не тільки свідчить про недостатню загальноосвітню підготовку здобувача, але і обтяжує змістовне розуміння заголовка. Крім вищенаведених прикладів, можна привести і інші: «Підбір і використання протеолітичних активних молочнокислих стрептококів у виробництві сирів з низькою температурою другого нагрівання», «Формування доз опромінення щитовидної залози населення України для оцінки радіологічних наслідків аварійних викидів радіойоду на АЕС», «Динаміка гнучких проводів електроустановок енергосистем: теорія й обчислювальний експеримент» і т.д.

Нерідкі ще випадки, коли в назві докторської дисертації акцентуються деталі, які викликають сумнів у тім, чи зробив автор узагальнення, чи дійсно ця робота являє собою великий внесок у розвиток наукового напрямку («Підвищення ефективності використання живильних речовин комбікормів для курчат-бройлерів шляхом застосування ферментних препаратів»). Разом з тим, часом з назви не тільки докторських, але й кандидатських дисертацій можна припустити, що вирішено велику проблему, а в дійсності здобувачеві вдалося вирішити якесь часткове питання цієї проблеми («Ринок праці республіки України і його державне регулювання»).

Всі ці приклади говорять про те, що не тільки здобувачі, але і їхні наукові керівники та консультанти не завжди приділяють належну увагу пошуку чіткого формулювання назви дисертації, що відбиває її зміст. У докір науковим керівникам може бути поставлено також і подання своїм аспірантам для розробки неактуальних або занадто відомих тем. У науці часом трапляється дублювання тем дослідницьких робіт. Звичайно, таке дублювання припустиме і при постановці дисертаційних робіт, але в тій мірі, у якій кожна дисертація характеризується при цьому своїми елементами наукової новизни. Тут необхідно проявляти максимум обережності. Адже аспірант ще тільки вчиться бути самостійним дослідником, тому його будуть задовольняти результати роботи, виконаної іншим дослідником по тій же темі. Наша країна не така велика, кількість розроблювальних наукових напрямків є обмежена, тому без особливих складностей можна простежити всі ці напрямки і відгородити здобувача від дублювання тематики. Тим більше, що інформація по всіх дисертаціях регулярно публікується в журналі «Атестація». Відомості про напрямки наукових досліджень по ряду галузей науки допоможуть виключити подібне дублювання.

Складання індивідуального і робочого плану роботи над дисертацією

Вступаючи до аспірантури або оформляючись здобувачем для виконання дисертаційного дослідження, молодий учений повинен розуміти, що статус аспіранта або здобувача зобов'язує його підготувати та представити дисертацію в строки, установлені нормативно-правовими документами. Тому в період навчання в аспірантурі він повинен з особливою старанністю, раціонально планувати свій робочий час. У поєднанні з високою вимогливістю і систематичною допомогою наукового керівника та колективу кафедри у вузі або лабораторії (відділу) у НДІ, при яких закріплюється той чи інший аспірант або здобувач, планування і контроль виконання окремих етапів роботи створюють ділову і творчу атмосферу для досягнення поставленої мети – підготовки і захисту дисертації. Хоча в історії науки відомі відкриття, зроблені випадковим чином, однак для сучасного рівня її розвитку, при досить значних обсягах накопиченої людством інформації найбільш ефективним є все-таки планування наукової діяльності.

Основним документом, що регламентує зміст етапів роботи аспіранта (здобувача) над дисертацією і строки їхнього виконання, **індивідуальний план навчання в аспірантурі**. Цей документ складається в перші місяці навчання в аспірантурі. Особливості його оформлення визначаються організацією, що веде підготовку аспірантів. Проте є деякі загальні підходи. Як правило, для оформлення індивідуального плану вузи і НДІ мають спеціальні бланки (форми), які аспірант заповнює не менш, ніж у двох екземплярах (один зберігається в особистій справі аспіранта або здобувача у відділі аспірантури по місцю навчання в ній, другий – особисто в дисертанта). Цей план, відповідно до Положення про підготовку кадрів вищої наукової кваліфікації, представляється дисертантом на засіданні

(семінарі) того наукового підрозділу, до якого він прикріплений і, за умови схвалення, затверджується керівником організації за місцем виконання роботи.

В індивідуальному плані аспірантів і здобувачів відбивається розподіл по роках основних заходів щодо їхнього навчання і роботи над дисертацією, а саме:

- підготовка і здача кандидатських іспитів і заліків;
- додаткові заходи щодо підвищення кваліфікації дисертанта, установлювані організацією, що здійснює підготовку аспірантів і здобувачів (лекційна підготовка, здача додаткових іспитів і заліків, участь у педагогічному процесі та ін.);
- основні етапи проведення досліджень по темі дисертації (виконання теоретичних досліджень, проведення експерименту, обробка експериментальних даних та ін.) із вказівкою строків їхнього проведення;
- підготовка публікацій по темі дисертації, доповідей і виступів;
- основні етапи роботи з написання і оформлення дисертації (підготовка огляду літератури, методичної частини й ін.).

В складанні індивідуального плану здобувачеві вченого ступеня допомагає його науковий керівник (науковий консультант). Ніяк не применшуючи повноти відповідальності здобувача за виконання індивідуального плану, вірогідність результатів, наукову сумлінність, підкреслимо, що цю відповідальність із ним розділяє його науковий керівник. Саме він, взявши на себе наукове керівництво, зобов'язаний надати аспірантові кваліфіковану допомогу не тільки по складанню індивідуального плану навчання і робочої програми на весь період, допомогти визначити мету і завдання дослідження, але і в організації наступної роботи. До обов'язків наукового керівника входить контроль своєчасного виконання здобувачем всіх етапів навчання й підготовки дисертації. Він щорічно (деякі організації практикують навіть кожні півроку), атестує аспірантів (здобувачів), організує заслуховування їхніх звітів на засіданні структурного підрозділу організації і

виносить результати такої атестації на твердження керівництва організації, що веде підготовку аспірантів і здобувачів. Крім того, науковий керівник зобов'язаний здійснювати надання допомоги по наступних основних напрямках:

- у підборі необхідної літератури, довідкових, статистичних і архівних матеріалів по темі дисертації, в аналізі їхнього змісту і обґрунтованості висновків аспіранта по вивченню стану питання;
- у складанні програми теоретичних і експериментальних досліджень і внесенні відповідних змін в них у міру одержання і аналізу дослідних даних та інших результатів досліджень;
- в організації методичної допомоги аспірантові в інших установах (у тому числі і шляхом відрядження аспіранта до цієї установи).

Науковий керівник і науковий консультант повинні також:

- проводити систематичні консультації із всіх питань навчання в аспірантурі і проведенню наукових досліджень по темі дисертації;
- давати кваліфіковану оцінку одержуваних результатів на всіх етапах із забезпеченням вимог по їхній вірогідності і якості обробки;
- розглядати зміст дисертації як по частинам, так і цілому, на предмет відповідності всім вимогам на момент завершення здобувачем роботи над нею;
- активно сприяти організації попередньої експертизи дисертації на всіх етапах розгляду (включаючи її подання в раду по захисту дисертацій);
- представити в раду по захисту дисертації відгук, у якому дати наукову оцінку дисертації, а також характеристику наукової, науково-педагогічної, виробничої діяльності здобувача;
- дати пояснення на запит експертної ради (у тому числі й при особистій участі в його засіданні), що відноситься до атестації його учня.

Науковий керівник несе особисту відповідальність як за якість підготовки свого аспіранта в аспірантурі, так і за відповідність дисертації вимогам.

Природно, що на початку роботи над дисертацією, коли індивідуальний план підготовки затверджується керівником організації й стає офіційним робочим документом, неможливо передбачити заздалегідь всі деталі процесу навчання в аспірантурі і роботи над дисертацією протягом всіх трьох років аспірантської підготовки (чотирьох років - для заочних аспірантів і п'яти - для здобувачів). Детально всі етапи роботи над дисертацією із прив'язкою до строків їхнього виконання прописані в робочому плані (робочій програмі), що складається не більш, ніж на рік, причому кожний наступний з урахуванням результатів попереднього етапу.

Складанню **робочого плану роботи над дисертацією** передують глибоке оброблення ідеї або задуму майбутнього наукового дослідження. Безумовно, якщо ця ідея дозріла в розумі самого здобувача, «вистраждана» ним і підтримана науковим керівником або консультантом, то робочий план є оптимальним і передбачені в ньому строки виконання етапів реальні. Це – ідеальний варіант. Якщо запропонована науковим керівником (науковим консультантом) тема дисертації є одним з напрямків досліджень очолюваної цим керівником наукової школи, то це теж непоганий варіант. У цьому випадку майбутня дисертаційна робота є свого роду черговим етапом у контексті загальної наукової проблеми, розроблюваною цією науковою школою. В обох випадках уже індивідуальні плани підготовки досить чітко і точно обрисовують етапи підготовки дисертації. Складання ж робочого плану перетворюється лише в більш-менш значне уточнення окремих етапів і їхніх строків виконання.

Значно складніше все відбувається, коли в основу задуму майбутньої дисертаційної роботи покладена ідея, у якої немає достатнього наукового заділу або яка є зовсім новою. Те, що вона має більшу наукову, соціальну або виробничу значимість, визначає її «дисертабельність», але спочатку лише загально можна окреслити предмет дослідження. У зв'язку із цим план повинен постійно піддаватися ревізії та перегляду по окремих пунктах з обліком одержуваної нової інформації. Такий план, як правило, виглядає у

вигляді рубрикатора, що складається з переліку розташованих один за одним питань, зв'язаних послідовно один з одним логічним зв'язком. У цьому випадку період коректування робочого плану скорочується; у цій ситуації здобувачеві більше треба розраховувати на свої сили, ніж на всіх інших. Інтуїція, терпіння і праця в цій справі досить важливі умови для досягнення мети.

Робочий план має довільну форму, що враховує сформовані традиції тієї або іншої наукової школи і розуміння здобувачем особливостей роботи над дисертацією, що розділяється його науковим керівником або науковим консультантом. Іноді здобувач (найчастіше, це не експериментальна робота), сформулювавши мету і завдання дослідження, становить зразковий план-проспект майбутньої дисертації у вигляді переліку питань. Уточнюючи в процесі роботи над дисертацією як формулювання питань, так і послідовність їхнього висвітлення, здобувач поступово, у міру поглиблення в роботу, домагається чіткості формулювань, так що в підсумку дисертація представляє логічно побудовану роботу, зі стрункою структурою, лаконічними заголовками розділів, що вже на стадії її попереднього розгляду дозволить створити позитивне враження в експертів і просто читачів.

Перед складанням робочого плану здобувачеві необхідно усвідомити черговість і логічну послідовність виконання намічуваних завдань дослідження, розробити стратегію і тактику виконання наукового дослідження зі своєї роботи. Змінюючи тактику на окремих етапах, не можна міняти стратегічну мету, тому що можна втратити зміст проведення досліджень. При цьому повинні бути уточнені можливості виконання окремих завдань із урахуванням матеріально-технічної бази та інших умов для їхньої реалізації. Порядок же виконання може змінюватися, однак у кожному разі треба прагнути до виконання поставлених завдань. Одночасно слід пам'ятати, що є комплекс завдань, при рішенні яких не можна міняти порядок їх виконання довільно. Реалізація таких завдань можлива тільки при послідовному виконанні етапів один за одним. Інакше може виникнути

ситуація з одержанням недостовірних і взаємно суперечних результатів, що тільки ускладнює успішне завершення роботи над дисертацією.

Отже, не тільки реалізація, але й складання робочого плану по дисертації є творчим і динамічним процесом, у якому активна взаємодія здобувача і його наукового керівника (наукового консультанта) забезпечують успіх.

Робота з обґрунтування вибору напрямку досліджень (робота над оглядом літератури по темі)

Однією з найважливіших структурних частин дисертації є розділ, присвячений аналізу літературних джерел по розглянутому питанню. По цьому розділу можна зробити висновок про рівень підготовки здобувача, глибину розуміння розглянутих проблем і здатність критично і у той же час коректно оцінювати результати, отримані іншими дослідниками. Здобувач повинен уміти логічно систематизувати джерела інформації, критично їх аналізувати, виділяти найбільш важливі результати, отримані іншими авторами, відокремлювати невирішені проблеми. При цьому про високу кваліфікацію здобувачів свідчать дисертації, у яких стисло й критично оцінюється рівень стану розглянутих питань на сучасному рівні з урахуванням особливостей розвитку наукової думки в історичному плані, а також логічно й переконливо показуються на їхньому тлі невирішені попередниками проблеми та завдання. Варто застерегти здобувача від зайвої категоричності за твердженням свого пріоритету в якомусь науковому напрямку, особливо якщо це стосується достатньо вивченого питання. Об'єктивність вимагає, щоб такий висновок зробили його колеги по завершенні досліджень – адже цілком можливо, що висновок зроблений здобувачем поспішний лише через недоступність йому окремих джерел інформації.

Основою для успішної підготовки огляду літератури є, безумовно, глибоке розуміння здобувачем мети й завдань наукових досліджень по дисертації. Лише в цьому випадку підбір літературних джерел може бути цілеспрямованим, а критичний аналіз стану розглянутого питання досить глибоким. Робота над літературними джерелами повинна тривати протягом усього періоду часу роботи над дисертацією, аж до її публічного захисту.

Ретельному перегляду і детальному аналізу повинні піддаватися всі види джерел наукової інформації, зміст яких хоча б якимось чином пов'язаний з темою дисертації. До них відносяться матеріали, опубліковані в різних вітчизняних і закордонних виданнях, опис винаходів, неопубліковані документи у вигляді звітів науково-дослідних робіт (НДР) і дослідно-конструкторських розробок (ДКР), дисертацій, депонованих рукописів, звітів фахівців про закордонні відрядження, проспекти та інші матеріали закордонних фірм, допуск до яких був отриманий здобувачем у встановленому порядку. Безумовно, здобувач зобов'язаний глибоко і творчо вивчити офіційні та нормативні матеріали державних органів керування, що мають відношення до розглянутих у дисертації питань, щоб грамотно ними користуватися в роботі.

При роботі з літературними джерелами здобувач повинен знати особливості методичних підходів до рішення цього, здавалося б, простого питання. Перш ніж почати систематичне вивчення джерел інформації, дисертант повинен виділити слова або словосполучення, які найбільш повно і специфічно характеризують зміст роботи (ключові слова), оскільки вони лежать в основі пошукового апарата реферативних і довідково-інформаційних видань (у тому числі на електронних носіях). Вивчення стану питання доцільніше всього починати зі знайомства з інформаційно-бібліографічними виданнями, ціль випуску яких полягає в наданні оперативної інформації про окремі публікації і їхній основний зміст.

Всі видання можуть бути розділені на три види: бібліографічні, реферативні й оглядові.

Бібліографічні видання служать для розміщення бібліографічних описів джерел інформації. Вони виконують дві функції: сповіщають про наявність відповідного джерела (сигнальна функція) і подають необхідні відомості для його пошуку (адресна функція). Варто розрізняти бібліографічні показники та бібліографічні списки. Перші складаються з переліку бібліографічних описів оригінальних публікацій, найчастіше без

анотацій і рефератів; другі є більш значимими – вони додатково до бібліографічного опису мають дуже короткі реферати оригінальних публікацій.

Реферативні видання, на відміну від звичайних бібліографічних видань, крім бібліографічного опису, містять реферати (або резюме, анотації) публікацій, у яких подані відомості про основні використані методи та результати, отримані автором тієї або іншої оригінальної публікації. Цих первинних даних, як правило, досить, щоб допомогти здобувачеві визначитися з доцільністю звертання до першоджерел. До реферативних видань відносяться реферативні журнали, реферативні збірники, експрес-інформація та інформаційні листки.

Реферативні журнали – періодичні видання, що формуються по галузях науки або групам спеціальностей, які складаються великими інформаційними центрами на основі великого масиву вітчизняних і закордонних наукових видань і містять як бібліографічний опис так і реферати оригінальних публікацій. Розміщення інформації в цих виданнях базується на тематичному принципі. Реферати групуються в розділи (рубрики) по тематиках (певним питанням), у середині розділів (рубрик) реферати можуть розміщатися в хронологічному порядку. Як правило, крім зведених томів, реферативні журнали мають предметний та авторський покажчик. Знаючи ключові слова, по предметному покажчику визначається рубрика, у якій можна відшукати реферати публікацій, предметом (об'єктом) дослідження яких є процеси і явища, що визначаються цими ключовими словами.

Реферативні збірники являють собою періодичні та неперіодичні видання, які зазвичай випускаються галузевими інститутами науково-технічної інформації і містять реферати документів (найчастіше, неопублікованих) вузько тематичного характеру або спеціального виду (звітів про НДР, робіт обмеженого поширення).

Експрес-інформація – це періодичне видання журнальної або листової форми, що містить розширені реферати найбільш актуальних матеріалів і неопублікованих документів, застосовуваних у відповідних галузях економіки. Такі реферати містять всі основні дані про першоджерела, супроводжуються малюнками у вигляді графіків, діаграм, фотографій і схем, а також таблицями. У них можуть бути поміщені і результати теоретичних досліджень, у тому числі отримані математичні моделі, аналітичні залежності і формули. Це дозволяє не звертаючись до першоджерел мати достатню інформацію про їхній зміст.

Інформаційні листки – це оперативні друковані видання, метою яких є інформація про конкретні результати, отримані у відповідній галузі знань, які найчастіше містять відомості про передовий виробничий досвід або про науково-технічні розробки в області машинобудування, приладобудування, методики застосування нових контрольно-вимірювальних засобів і т.д.

Оглядові видання – це огляди джерел інформації з однієї актуальної проблеми або наукового напрямку. До них можна віднести і збірники оглядів. Безумовно, вони найбільше повно інформують читачів про джерела інформації з конкретних проблем, виданих за якийсь період. Ціль таких оглядів полягає в забезпеченні наукової громадськості сучасними знаннями у відповідній області. Вони мають важливе значення для виключення дублювання тематик наукових досліджень у різних НДІ й ВУЗах і, безумовно, являють особливу цінність для починаючого вченого для обґрунтованого вибору напрямку і методичних підходів по реалізації поставлених завдань.

Особливе місце займають розвинені в останній час популярні **автоматизовані інформаційно-пошукові системи, бази та банки даних** на електронних носіях (включаючи і «Інтернет»). Сучасні інформаційні системи на базі комп'ютерів є потужним інструментом для збору інформації і повинні бути використані здобувачем. Ступінь їхнього використання залежить від рівня теоретичної і загальноосвітньої підготовки споживача інформації.

Вивчення літератури по обраній темі потрібно починати із загальних робіт, щоб сформувати спочатку попереднє подання про предмет і об'єкт досліджень. Тільки після вивчення широкого кола питань, близьких обраній темі дисертації, здобувачеві варто приступати до пошуку нового матеріалу по окремих спеціальних напрямках.

Сам процес вивчення літературних джерел вимагає уваги читача і складається з окремих етапів, загальноприйнятих у науковому середовищі:

- загальне ознайомлення із джерелом інформації в цілому по змісту;
- швидкий перегляд усього змісту;
- послідовне читання всього матеріалу в порядку його розташування;
- вибіркоче читання якої-небудь частини джерела інформації;
- виписка матеріалів, що представляють інтерес із погляду мети і завдань досліджень;
- критична оцінка виписаного матеріалу, його обробка і вироблення остаточних формулювань.

При вивченні літературних джерел треба творчо працювати з текстом, аналізуючи знайдену інформацію і зіставляти свіжі знання зі старими, раніше отриманими з інших наукових праць. При цьому не слід перевантажувати себе надлишковою інформацією, аналізувати лише ту інформацію, що має безпосереднє відношення до теми дисертації. Просте запозичення матеріалу, навіть із усіма необхідними посиланнями, не може надати допомогу у формуванні нових знань. Працюючи з літературними джерелами, треба ретельно стежити за оформленням виписок так, щоб ними було легко користуватися через значний проміжок часу і при необхідності можна було б відновити наукову працю, з якої взятий відповідний матеріал. Можливо, частина даних виявиться не затребувана взагалі, а окремі будуть рідко застосовуватися. Не можна на початку тернистого шляху роботи над дисертацією вгадати все наперед і передбачити, що знадобиться в майбутньому. Наукової творчості без чорнової роботи не буває. Проте, щоб результати пошуку можна було б максимально використати у майбутньому і

оптимізувати користування зібраною інформацією в сьогоденні, починаючи дослідникові можна порекомендувати вести власну картотеку (на паперових носіях – бібліографічних картках або комп'ютерну). Відомості про кожне оригінальне джерело інформації (статті, книги, патенти, доповіді та ін.) варто поміщати в окрему карту, заносючи туди повний бібліографічний опис джерела (включаючи й посилання на джерело реферативної інформації – скорочена назва реферативного видання, номер реферату) і короткий реферат (анотацію). Картки доцільно групувати в рубрики по ключових словах, розміщаючи їх усередині рубрик по хронологічному або авторському принципу.

Дуже важливо в період роботи над вивченням стану питання збирати наукові факти, які значно ширші просто поняття «факт», застосовуваного в повсякденному житті. Під науковими фактами розуміють елементи, що становлять основу наукового знання. При цьому вони повинні відповідати вимогам: новизни, точності, об'єктивності і вірогідності.

Під **новизною наукового факту** розуміються принципово нові знання, невідомі дотепер і сформульовані стосовно конкретного предмета, явища й процесу.

Точність наукового факту визначається об'єктивними методами і характеризує сукупність найбільш істотних ознак предметів, явищ, подій, їх кількісних і якісних показників.

Об'єктивність наукового факту полягає в тому, що враховуються всі дані, які б вони не були. Навіть якщо вони і не можуть бути пояснені з погляду сучасних подань.

Вірогідність наукового факту характеризує його безумовне реальне існування, підтверджуване в різних подібних ситуаціях. Якщо такого підтвердження немає, то й немає вірогідності наукового факту. Вірогідність наукових фактів залежить від вірогідності першоджерел. Безумовно, офіційне наукове видання не повинно містити матеріали, точність яких викликає сумнів. Непрямим критерієм вірогідності є рецензованість

публікацій, що поміщають у конкретному виданні. Інші види видань можуть мати різні відхилення, усе тут пов'язане з порядністю самих авторів. Тому здобувач повинен критично аналізувати представлені матеріали. Про вірогідність вихідної інформації можна судити не тільки по характеру першоджерела, але й по науковому авторитету його автора, його належності до відповідної наукової школи. У всіх випадках варто відбирати для аналізу тільки останні дані, точно вказувати джерела, звідки вони взяті. Безсумнівно, чим авторитетніше джерело, тим вище ступінь довіри до нього і до даних, взятих з нього.

Важливим елементом роботи над оглядом літератури завжди була вміла систематизація матеріалу, що припускає застосування всіляких класифікацій. Класифікуються будь-які ознаки, властивості й характеристики об'єктів досліджень. Здобувач повинен пам'ятати, що з їхньою допомогою можна дати глибокий і всебічний аналіз стану питання при найбільш короткому і ясному викладі матеріалу в тексті. Класифікація як метод наукового пошуку дозволяє найбільш просто встановити зв'язки й залежності, характерні для об'єктів, які при описовому викладі матеріалу важко виявити. Удосконалювання класифікацій варто проводити протягом всієї роботи над дисертацією, у міру нагромадження нових знань і даних про досліджуваний об'єкт.

На підставі критичної оцінки результатів досліджень інших авторів, здобувач наприкінці огляду літератури повинен сформулювати, що ж по даному питанню варто переосмислити, що перевірити, а що ще взагалі не вивчено. Такий аналіз дозволить йому стверджувати, що мета і завдання дисертаційного дослідження обґрунтовані.

Всі рецепти роботи з оцінки стану проблеми на момент постановки дисертаційного дослідження, по обґрунтуванню вибору напрямку дослідження не можуть бути передбачені. Дисертація – це насамперед продукт творчості здобувача, а творчість – це справа строго індивідуальна для кожної людини. У тім, які форми самовираження в дисертації в цілому і у

розділі по огляду літератури знайде здобувач – це його право, на яке ніхто інший претендувати не може. Так що, шановний читач – творіть. Визнання прийде, якщо виявити старанність і працю.

Методика теоретичних досліджень

Теоретичні дослідження є обов'язковою складовою частиною будь-якої дисертації. Об'єм і глибина досліджень по цьому важливому розділу визначаються з врахуванням відповідної наукової спеціальності, а також можливостей самого здобувача і його здібностей. Теоретичні дослідження ґрунтуються на аксіомах, законах, принципах, постулатах та теоремах, тобто на логічних побудовах, які сформульовані в результаті розвитку науки та освіти на протязі історії людства. Їх значимість полягає в тому, що вони виключають необхідність в повторенні раніше пройдених людством етапів по накопиченню досвіду і нового отримання даних тих експериментальних досліджень котрі послужили основою для встановлення перелічених вище логічних побудов.

Основною ціллю теоретичних досліджень є розв'язання наступних задач:

- Вивчення фізичної природи досліджуваних об'єктів , явищ та процесів.
- Побудова принципів моделей цих об'єктів досліджень в цілому чи по окремим характеристикам.
- Порівняння можливих еквівалентних моделей досліджуваного об'єкта.
- Побудова розрахункових моделей функціонування об'єкта.
- Вирішення задач аналізу, синтезу та оптимізації параметрів досліджуваного об'єкта.

При проведенні теоретичного дослідження використовуються як загально-логічні методи пізнання, так і спеціальні. Як вже розглядалося раніше, до загально-логічних методів відносяться наступні:

- *Порівняння* – співставлення однорідних та суттєвих, для даного розгляду ознаках об'єкта (кількісних та якісних).

- *Аналіз* – мислене чи фізичне розчленування цілісного об'єкта на складові елементи (ознаки, властивості, відношення) і дослідження цих частин незалежно від цілого.
- *Синтез* – мислене чи фізичне об'єднання окремих складових елементів (ознак, властивостей, відношень) об'єкта в єдине ціле з врахуванням знання, отриманого при незалежному вивченні складових елементів.
- *Абстрагування* – мислене відволікання від ряду ознак (властивостей) об'єкту при одночасному виділенні інших ознак, які мають значення для дослідника при вирішенні конкретної задачі.
- *Аналогія* – припущення про схожість об'єктів в якихось властивостях на основі виявленої схожості в інших властивостях.
- *Узагальнення* – встановлення ознак і властивостей спільних для деякої групи об'єктів.
- *Індукція* – вироблення спільного висновку на основі окремих посилок.
- *Дедукція* – виведення висновків часткового характеру на основі загальних посилок.
- *Моделювання* – створення і вивчення моделі, яка заміняє досліджуваний об'єкт, з подальшим переносом отриманої інформації на оригінал.

Серед методів, які мають поширення при теоретичному дослідженні, є методи, засновані :

- *Мислений експеримент* – на комбінації образів, матеріальна реалізація котрих є неможливою.
- *Ідеалізація* – на формуванні мисленого уявлення про об'єкт шляхом виключення умови, необхідної для його реального існування.
- *Формалізація* – на створенні узагальненої знакової моделі, яка дозволяє шляхом операцій зі знаками уявляти структуру об'єкта і закономірності протікаючих процесів.
- *Аксиоматичний метод* – на прийманні в якості істинних без доказів положень, з яких на основі формально-логічних доказів виводяться всі інші.

- *Гіпотетико-дедуктивний метод* – на створенні системи взаємопов’язаних гіпотез, з котрих дедуктивним методом виводяться твердження, котрі безпосередньо співставляються з дослідними даними.
- *Математична гіпотеза* – на екстраполяції визначеної математичної структури з дослідженої області на недосліджену.
- *Сходження від абстрактного до конкретного* – на виявленні вихідної абстракції, яка відтворює основне протиріччя досліджуваного об’єкту, в процесі теоретичного вирішення котрого виявляються більш конкретні протиріччя, які ввібрали в себе більш широкий емпіричний матеріал.

Більшість явищ і процесів що вивчаються. є складними об’єктами досліджень. Для таких об’єктів найбільш часто сьогодні застосовують в теоретичних дослідженнях системний підхід, який також відноситься до загальнонаукових методів . В процесі його застосування дослідник проводить спочатку **декомпозицію** складного об’єкта чи події на систему окремих складових елементів, а потім виявивши реальні чи віртуальні відношення (зв’язки) між ними, здійснює системний синтез об’єкта (структуризацію) . Ступінь декомпозиції обмежується вимогою раціональності і повноти деталізації системи, виходячи з умов максимального спрощення і достатньої повноти відображення властивостей і цілей дослідження об’єкту досліджень. Це може бути зроблено лише на основі логічного аналізу наявних відомостей. В процесі такого аналізу може бути здійснено розширення або навпаки звуження переліку елементів системи. **Структуризація** починається з виділення системи із зовнішнього середовища. Потім проводиться послідовний розгляд всіх об’єктів і процесів, включених в систему на стадії декомпозиції об’єкта, на можливість визначення впливу внутрішніх і зовнішніх факторів на процес функціонування системи і досягнення цілей , які стоять перед дослідником об’єкту, як системи. В процесі перебору і аналізу таких структурних складових системи проводиться апріорне, а потім і кількісне рангування вхідних і вихідних величин за ступенем їх впливу на функціонування системи. Ціллю цього етапу є виділення найбільш значимих

з них. Завершується структуризація виділенням і описанням складових частин системи, що вивчають, а також можливих зовнішніх впливів.

Під системою в цьому випадку розуміють особливу організацію спеціалізованих елементів, об'єднаних в єдине ціле для вирішення конкретної задачі. Основна перевага організації такої системи полягає в незвідності її властивостей до властивостей утворюючих її елементів. Система звичайно функціонує в тому чи іншому середовищі, взаємодіючи з іншими системами. Властивості систем, їх зміст і функції встановлюють за допомогою виділення системоутворюючих елементів і зв'язків між ними. Системи аналізуються, як правило, з тим чи іншим ступенем деталізації. Це означає, що системний аналіз приводить до “огрубіння” об'єкту і переходу від реальних об'єктів до моделей. До переваг застосування системного підходу до вивчення складних об'єктів відноситься можливість створення найбільш повного представлення про сам об'єкт при всій його складності.

Процедура дослідження системи із застосуванням методів ідентифікації, які є найбільш доцільні в наш час для рішення подібних задач, передбачає послідовність наступних етапів:

- змістовний опис об'єкту досліджень (явища, процеси), як системи.
- узагальнення апріорної інформації.
- аналіз і формування цілей і постановку завдань досліджень.
- вибір критеріїв ефективності функціонування системи.
- декомпозиція системи.
- складання формалізованої схеми об'єкту (проведення його структуризації).
- поновлення допустимої ідеалізації елементів системи і вибір показників якості підсистем і окремих елементів (параметрів).
- побудова математичної моделі (етап ідентифікації).
- перетворення математичної моделі в моделюючий алгоритм.

Дослідження закономірностей функціонування системи як моделі об'єкту досліджень здійснюється з допомогою сучасної комп'ютерної техніки. З цією ціллю сьогодні може бути використано значне число методів і програм. Дослідник повинен (сам чи з допомогою кваліфікованих спеціалістів) оцінити їх застосовність для свого напрямку досліджень.

Для успішного застосування теоретичних методів досліджень, особливо в області техніки і технологій, необхідно мати глибокі і всебічні знання у відповідних галузях наук – математики, механіки, фізики, біології, хімії та ін., в яких сформульовані і обґрунтовані загальні закони і закономірності, що описують ті чи інші природні явища чи події. При цьому такі закони і закономірності є побудованими на основі методів логіки і описаними на основі математичної формалізації, відповідними математичними формулами, залежностями і іншими подібними атрибутами з необхідною мірою наближення до дійсності. При побудові математичної моделі найбільш часто використовуються методи формалізації із алгебри, бульової алгебри, теорії множин, диференціального і інтегрального числення, теорії ймовірностей, математичної статистики і т. д.

Методи формалізованого аналізу явищ і об'єктів досліджень виникли в зв'язку зі складнощами прийняття рішень про ефективність функціонування складних систем на основі неформальних методів. При аналізі простих об'єктів чи явищ, дослідник має невелику кількість показників оцінки їх станів, тому використання таких формалізованих методів не є обов'язковим. Кінцевою ціллю теоретичних досліджень звичайно являється побудова математичної моделі, за якою далі здійснюється дослідження об'єктів з допомогою різних інших методів. При цьому один і той же об'єкт (в залежності від числа врахованих факторів, цілей досліджень, вимог точності і надійності даних досліджень) може бути описаний різними моделями.

Необхідною умовою для проведення теоретичних досліджень являється наявність логічних передумов і відповідних даних для математичної формалізації досліджуваних об'єктів. Складність самих об'єктів, а частіше

недостатність даних про них, являється значною перешкодою для побудови моделей, які описують їх з потрібною точністю. В цьому випадку можуть бути використані апробовані на практиці допоміжні загальноприйняті і загальновідомі прийоми: словесний опис об'єктів досліджень, креслення і структурні блок-схеми, логічні блок-схеми, графіки, таблиці і номограми, а також математичний опис як об'єкта в цілому, так і його окремих характеристик. Останній метод застосовується для вивчення складних систем, стан яких залежить від багатьох факторів, що змінюються в просторі і часі. Він передбачає використання універсальних методів формалізації, заснованих на принципах сучасної математики, що дозволяють достатньо строго і однозначно сформулювати правила опису тих чи інших явищ і процесів, які є об'єктами досліджень. Систему таких правил називають алгоритмами, а порядок їх застосування – алгоритмізацією.

Математичне моделювання об'єкта досліджень полягає в математичній імітації поведінки об'єкта або системи з тим чи іншим ступенем точності для можливого його відтворення і дослідження як спрощеної і ідеалізованої копії (моделі). Треба мати на увазі, що слово “модель” використовується в різних смислових значеннях при заміні оригінала (об'єкта досліджень) в рамках задачі, яка вирішується тим чи іншим її еквівалентом. В техніці під моделлю розуміють спеціально синтезований об'єкт, який має певну міру подібності вихідному, реальному об'єкту. Модель співвідноситься з реальністю так, як “природній ландшафт” з картиною, яка його зображає і являється творінням художника. Їх відповідність один одному залежить від рівня майстерності художника і застосованих ним образотворчих засобів. Ця аналогія, на наш погляд, достатньо повно ілюструє взаємозв'язок в методології науки між накопиченими людством знаннями і дійсними властивостями реальності. При ідеалізації прагнуть до скорочення числа незалежних параметрів (змінних) і використання стандартних моделей окремих елементів.

Математичний опис об'єкту називається строгим, якщо він проведений на основі відомих постулатів чисто математичним шляхом без будь-яких

необґрунтованих припущень. **При цьому математичну строгість досліджень не варто змішувати з точністю.** Будь-яке строге рішення може бути точним або наближеним. Воно може містити похибку в оцінці отриманих числових значень параметрів об'єктів. Цій похибці за звичай дається оцінка в границях прийнятих допущень. Для прикладних досліджень питання математичної строгості часто не так важливе, тоді як достовірність чи точність являється найважливішою характеристикою. З ними пов'язана ефективність застосування об'єкта досліджень в конкретних галузях і можливість отримання максимально корисного ефекту. В залежності від складності об'єкту і цілей досліджень, одержують моделі трьох типів: фізичні, розрахункові і математичні.

Під **фізичними моделями** розуміють ті, які найбільш повно описують поведінку об'єкта з допомогою фізичних оцінок і термінів, загальноприйнятих в цій галузі науки. В такі моделі входять без спрощень всі відомі функціональні співвідношення і зв'язки між параметрами об'єкта, а також враховуються отримані експериментальні дані по даному об'єкту. Це найскладніший і трудомісткий тип моделей. Недоліки цього методу заключаються в тому, що моделі отримуються складними по складу і структурі. Вони не дозволяють чітко визначити ступінь впливу окремих параметрів на фоні інших. Все це утруднює аналіз і синтез об'єктів досліджень.

Розрахункові моделі відрізняються від фізичних тим, що вони описують процес без врахування факторів, які не мають суттєвого впливу на кінцеві результати досліджень. При таких припущеннях складні математичні залежності, що описують процеси, заміняють наближеними (апроксимованими) співвідношеннями, деякі змінні величини – їх середніми значеннями, нелінійні вирази – лінійними і т. д. Таке спрощення дозволяє використовувати в подальших дослідженнях формальні методи сучасної математики і обчислювальної техніки.

До **математичних моделей** відносяться моделі, побудовані аналітичним шляхом або отримані на основі обробки експериментальних даних. Вони в достатній мірі повно характеризують досліджуваний об'єкт. До них відносяться також алгоритми рішення рівнянь, складені на їх основі програми для комп'ютерної обробки експериментальних даних і т.д. Ці моделі найбільш часто використовуються в прикладних галузях наук, частково в технічних науках по багатьох спеціальностях. По мірі насичення даних про об'єкт від таких моделей переходять до більш складних, строго описуючих явища і закономірності, які вивчаються, а потім до побудови фундаментальних теорій.

В залежності від методу побудови математичні моделі розділяють на два типи: гносеологічні (пізнавальні) і інформаційні.

Гносеологічні моделі призначені для опису різних фізичних, технологічних і інших характеристик об'єктів дослідження.

Інформаційні моделі – це математичні моделі, які використовуються для рішення задач аналізу та синтезу параметрів систем, описуючих об'єкт досліджень. Інформація, яка міститься в них використовується для розробки способів і методів впливу на об'єкт для отримання оптимальних параметрів чи раціональних інтервалів їх варіацій з ціллю ефективного функціонування в реальних умовах. Моделі такого типу являються важливим елементом систем управління об'єктом. Вони дозволяють знаходити значення параметрів об'єкту, забезпечуючи можливість оперативного управління його функціонуванням.

Автори не ставлять своєю ціллю розглянути всі можливі методичні підходи до побудови схеми проведення теоретичних досліджень. Кожна галузь наук має свою специфіку, однак деякі із вище приведених рекомендацій варто використовувати при проведенні цього важливого елементу досліджень по дисертації.

Методика експериментальних досліджень

Об'єкти досліджень по будь-якому з напрямів дисертаційних досліджень, як правило, складні і пов'язані із значною кількістю як керованих, так і некерованих (незалежних) чинників. На параметри їх стану можуть істотно впливати елементи випадковостей, що мають складну природу походження. Для встановлення закономірностей функціонування цих об'єктів в реальних умовах одних теоретичних досліджень недостатньо, оскільки аналітично описати об'єкт, що вивчається, з достатньою точністю не завжди можливо. Такі об'єкти характерні практично всім напрямам прикладних досліджень, як в технології, так і в області природничих наук. Експериментальні дані можуть бути використані для перевірки і уточнення робочих гіпотез, а також обґрунтування напрямку досліджень у відповідній області. Ефективність досліджень в цілому підвищується, якщо теоретичні передумови уточнюються дослідним шляхом, а експериментальні дані аналізуються і узагальнюються на базі теоретичних положень відповідних галузей наук.

Експеримент – це метод дослідження, що полягає в цілеспрямованій дії на об'єкт в заданих контрольованих умовах, що дозволяють стежити за ходом його проведення з точною фіксацією значень наперед намічених параметрів досліджуваного об'єкту. Особливістю цього методу є можливість відтворити його кожного разу в міру необхідності при повторенні тих же умов проведення. При цьому як умови, так і параметри досліджуваного об'єкту (параметри робочих машин і устаткування, окремих операцій технологічних процесів, характеристики явищ і т.д.) можуть мінятися в наперед заданих інтервалах варіювання.

При проведенні експерименту дослідник вдається до інших (простіших) методів емпіричного дослідження:

- *спостереження* – заснований на цілеспрямованому сприйнятті явищ (причому дослідникові на основі його знань, відомо, що і як спостерігати);

- *опис* – заснований на фіксації відомостей, отриманих на основі спостереження;

- *вимірювання* – полягає в порівнянні об'єктів по яких-небудь схожих властивостях, ознаках з еталоном і встановленні кількісних характеристик.

Основним завданням будь-якого експерименту є не тільки отримання невідомих раніше відомостей про об'єкт дослідження, але і достовірне встановлення закономірностей його поведінки в умовах, що змінюються, співпадаючих з умовами його функціонування в природі, техніці, суспільному житті і т.д. За допомогою експерименту можуть бути отримані дані, обробка яких дозволить отримати математичні моделі, що достовірно описують об'єкт, розкрити закономірності поведінки об'єкта в умовах, що змінюються, тобто вирішити завдання ідентифікації.

Залежно від особливостей об'єкту і поставлених цілей експериментальні дослідження можуть проводитися в різних умовах. При цьому розрізняють лабораторні, лабораторно-польові, заводські і т.д.

Для отримання надійних і достовірних результатів експериментальних досліджень необхідно здійснити:

- аналіз характеристик досліджуваного об'єкту у всій різноманітності властивостей, передбачених метою проведення дисертаційного дослідження, на основі наявних відомостей, отриманих іншими дослідниками і опублікованих в джерелах інформації;

- розробку програми експериментальних досліджень;

- обґрунтування вибору кількісних параметрів (критеріїв або вимірюваних величин) оцінки властивостей об'єкту, вибрати їх розмірності і способи вимірювання в ході експерименту;

- розгляд причинно-наслідкових зв'язків між параметрами оцінки властивостей об'єкту і виявленими чинниками;

- розташування чинників по ступеню їх впливу на параметри оцінки властивостей об'єкту і виділення з них основних;

- визначення раціональних інтервалів варіювання виділених чинників для встановлення відповідних закономірностей, передбачених програмою досліджень по дисертації;

- фіксація решти чинників на певних рівнях варіювання;

- розробка конструктивно-технологічних схем дослідно-експериментальних установок або стендів, що забезпечують реалізацію наміченої програми досліджень;

- вивчення можливостей моделювання об'єкту;

- підбір необхідної вимірювальної апаратури або розробка нової;

- розробка методики роботи з вибраними засобами вимірювання, їх налаштування для надійного вимірювання або реєстрації контрольованих величин;

- розробка методики обробки первинної документації, зокрема журналів спостережень, протоколів або актів досліджень, із забезпеченням вимог надійності, точності і достовірності результатів експерименту.

Як правило, відповідь на ці питання повинна бути оформлена у вигляді окремого розділу дисертації, яку відповідно до Інструкції по оформленню дисертацій і автореферату, прийнято називати «Опис експериментальної частини, використаного устаткування і техніки експерименту». Практично всі дисертації прикладного значення мають цей розділ.

Результати експериментальних спостережень оформляються у вигляді окремого розділу (або декількох розділів, якщо в цілі дисертації входила постановка узагальнення декількох розрізнених груп експериментів). Аналіз (обговорення) і узагальнення результатів експерименту можна описувати як в цьому ж розділі (розділах), так і в окремих розділах. Склад, об'єм і зміст окремих розділів і підрозділів цих розділів є авторським рішенням. Цей розділ (розділи) повинен повною мірою розкрити мету і завдання експериментальних досліджень, передбачені первинною програмою.

В ході обробки результатів експерименту встановлюються закономірності досліджуваних явищ і процесів, що відбуваються за участю

об'єкта, які дозволяють отримати достовірну відповідь на завдання, що цікавлять дослідника. Для ілюстрації встановлених закономірностей прийнято використовувати таблиці, діаграми, графіки, математичні моделі та ін.

При дослідженні складних систем часто виникають ситуації, коли однозначно не можна виділити і ізолювано вивчити окремі явища або процеси. В цьому випадку в експериментальному дослідженні об'єкту використовують побудову математичних моделей, які з відповідною мірою достовірності описують реальний об'єкт, що вивчається. При цьому, точне поняття «закон» або «закономірність» замінюється приблизним і абстрактнішим поняттям «модель», яке носить елемент багатозначності і невизначеності, проте практично зрозуміліше і зручніше в застосуванні. Безумовно, тут немає суперечності, якщо ця модель описує об'єкт досліджень з необхідною надійністю і точністю оціночних параметрів. Як і у разі теоретичних досліджень, при побудові моделей в експерименті одні і ті ж системи і процеси можуть бути описані різними моделями і з різною точністю, залежно від конкретних умов.

Іноді при обробці даних експерименту ставиться завдання оптимізації параметрів об'єкту по якихось кількісних або якісних критеріях. З цією метою застосовуються відомі методики, відповідна програма і технічні засоби обробки даних. Достовірність того, що параметри оптимізації дійсно дозволяють оптимізувати властивість об'єкту, повинна бути підтверджена прямим експериментом, умови проведення якого відповідають оптимальним параметрам. Лише в цьому випадку можна говорити про достовірність отриманих практичних висновків і рекомендацій.

У прикладних дисертаційних роботах, особливо технічного профілю, завершальним етапом є проведення випробувань досліджуваного об'єкту умовах виробництва. Випробування – це різновид наукових експериментальних досліджень, при яких досліджуваний об'єкт піддається оцінці у виробничих умовах, для роботи в яких, він власне і призначений.

При випробуваннях не змінюють параметрів його експлуатації, окрім тих, які передбачені відповідними вимогами інструкцій по експлуатації і технічному обслуговуванню у вигляді окремих регулювань механізмів. Мета таких випробувань полягає у визначенні відповідності даного об'єкту дисертаційного дослідження тим виробничим вимогам, які були спочатку поставлені перед дослідниками (розробниками).

Державними нормативними документами сьогодні передбачається проведення майже 40 різних видів випробувань. Основними з них є наступні:

- попередні заводські або польові випробування дослідного зразка;
- приймальні випробування допрацьованих зразків або засвідчених партій;
- контрольні випробування при масовому виробництві машин;
- випробування зразків після капітального ремонту.

Перші два види випробувань застосовуються на стадії проектування, наукових досліджень і доопрацювання нових конструкцій машин та устаткування до їх працездатного стану. З їх допомогою оцінюється ефективність ідей, технологічних рішень, обґрунтованість вибору величини окремих параметрів, конструктивно-технологічних схем, закладених в такі машини і устаткування, ступінь обґрунтованості і оптимальності базових (основних) величин параметрів. При цьому виявляються помилки, допущені при проектуванні, уточнюються параметри основних елементів досліджуваного об'єкту, можливі відхилення, надійність роботи у виробничих умовах і дається висновок про перспективність подальшого використання його по основному призначенню. Наявність таких протоколів в додатку до дисертації є свідомством високої практичної значущості проведених дисертаційних досліджень, що спрощує проведення експертизи дисертації.

Коректність математичної обробки результатів експерименту

Експеримент є найважливішим засобом отримання нових знань не тільки в області природних і технічних наук, але і в економіці, соціології, політиці, психології, літературознавстві і в інших галузях. Експериментальні дослідження дають критерії оцінки обґрунтованості і прийнятності на практиці будь-яких теорій і теоретичних припущень. Одним з основних етапів будь-якого експерименту є статистична обробка експериментальних даних. Вона направлена, як правило, на побудову математичної моделі досліджуваного об'єкту або явища, а також на отримання відповіді на питання: «Чи достовірні отримані дослідні дані в межах необхідної точності?».

Сама ж математична модель залежно від цілей експерименту може бути використана для різних цілей: для наочно-сміслового аналізу об'єкту або явища, прогнозування їх поведінки в різних умовах функціонування, управління ними в конкретних ситуаціях, оптимізації окремих параметрів, а також для вирішення якихось інших специфічних завдань. Особливо важлива ретельна математична обробка результатів експериментів, що підтверджують теоретичні висновки по дисертації на здобуття вчених ступенів.

Аналіз результатів роботи рад по захисту дисертацій, а також експертних рад свідчить про те, що для обробки експериментальних даних не завжди вибираються методично обґрунтовані прийоми. Крім того, ступінь володіння дисертантами методиками обробки результатів експериментальних досліджень залишає бажати кращого. Експерти і опоненти по дисертаціях відзначають негативну тенденцію до зниження рівня підготовленості претендентів в розумінні того, що вони роблять за допомогою сучасної комп'ютерної техніки при обробці дослідних даних. Це сьогодні вкрай актуально, оскільки ніякою сучасною комп'ютерною технікою не можна прикрити недоліки вузівської і аспірантської підготовки.

Застосування статистичних методів обробки експериментальних даних, критеріїв достовірності і адекватності моделей процесам або явищам, оцінка точності і надійності результатів експерименту вимагає знання основних положень теорії вірогідності і математичної статистики, умілого використання принципів і прийомів програмування. Крім того, у зв'язку з ускладненням алгоритмів обробки даних необхідні глибокі знання основних обчислювальних методів. Статистичні методи, методи обчислювальної математики і програмування у вузах традиційно вивчаються роздільно, проте тільки при комплексному використанні отриманих з цих курсів знань можна досягти успіху. Аналіз учбових планів підготовки студентів по різних спеціальностях свідчить про постійне збільшення числа предметів, що вивчаються. Це веде до зменшення числа навчальних годин, що виділяється на загальноосвітні дисципліни, у тому числі і математичну підготовку. З жалем доводиться констатувати факт прагматичності навчання, що все більш посилюється. У цих умовах, в учбових і наукових установах, що мають аспірантуру і докторантуру, необхідне введення спеціальних курсів по навчанню особливостям застосування математичних методів для планування експерименту, збору інформації у вигляді експериментальних даних по досліджуваному об'єкту або явищу, а також по їх подальшій обробці із забезпеченням вимог надійності і точності.

Кінцевою метою будь-якої обробки експериментальних даних є висунення гіпотез про клас і структуру математичної моделі досліджуваного явища, визначення складу і об'єму додаткових вимірювань, вибір можливих методів подальшої статистичної обробки і аналіз виконання основних передумов, що лежать в їх основі. Для її досягнення необхідно вирішити деякі часткові завдання, серед яких можна виділити наступні:

1. Аналіз і відновлення аномальних або хибних вимірювань. Це завдання пов'язане з тим, що початкова експериментальна інформація зазвичай неоднорідна за якістю. У основній масі результатів прямих вимірювань, часто є грубі помилки, викликані різними причинами. До них

можуть бути віднесені прорахунки експериментатора, збої обчислювальної техніки, аномалії в роботі вимірювальних приладів і т.д. Без глибокого аналізу якості даних, усунення або хоч би істотного зменшення впливу аномальних даних на результати подальшої обробки, можна зробити помилкові висновки про об'єкт або явище.

2. Експериментальна перевірка законів розподілу експериментальних даних, оцінка параметрів і числових характеристик спостережуваних випадкових величин або процесів. Вибір методів подальшої обробки, направленої на побудову і перевірку адекватності математичної моделі досліджуваному явищу, істотно залежить від закону розподілу спостережуваних величин. При використанні для обробки процедур класичного регресійного аналізу, в першу чергу, необхідно дати відповідь на питання: Чи є закон розподілу спостережуваних величин гаусівським і некорельованим? Отримувані при рішенні цієї задачі висновки про природу експериментальних даних можуть бути як загальними (незалежність вимірювань, характер похибок і ін.), так і містити детальну інформацію про статистичні властивості даних (вид закону розподілу, його параметри). Рішення центральної задачі попередньої обробки не є чисто математичним, а вимагає також і змістовного аналізу процесу, що вивчається, схеми і методики проведення експерименту.

3. Групування початкової інформації при великому об'ємі експериментальних даних. При цьому повинні бути враховані особливості їх законів розподілу, які виявлені на попередньому етапі обробки.

4. Об'єднання декількох груп вимірювань, отриманих в різний час або в різних умовах, для сумісної обробки.

5. Виявлення статистичних зв'язків і взаємовпливу між різними вимірювальними чинниками і результуючими змінними. Рішення цієї задачі дозволяє відібрати ті змінні, які роблять найбільш сильний вплив на результуючу ознаку. Виділені чинники використовуються для подальшої обробки, зокрема, методами регресійного аналізу. Аналіз кореляційних

зв'язків робить можливим висунення гіпотез про структуру взаємозв'язку змінних і, зрештою, про структуру моделі об'єкту досліджень.

В ході попередньої обробки, окрім вказаних вище завдань, часто вирішують і інші, що мають частковий характер: відображення, перетворення і уніфікацію типу спостережень, візуалізацію багатовимірних даних та ін.

Слід зазначити, що залежно від кінцевої мети дослідження, складності досліджуваного явища і рівня апріорної інформації про нього, об'єм завдань, що виконуються в ході попередньої обробки, може істотно змінюватися. Те ж саме можна сказати і про співвідношення цілей і завдань, які вирішуються при попередній обробці і на подальших етапах статистичного аналізу, направлених на побудову моделі явища. Так, наприклад, якщо метою експерименту є визначення значення невідомої, яка по суті являється постійною величиною, шляхом прямих багатократних вимірювань за допомогою засобу вимірювань з відомою похибкою, то повна обробка результатів вимірювання обмежується простою попередньою обробкою даних (оцінкою математичного очікування). В той же час, якщо вимірювальна величина є змінною, а закон розподілу похибок вимірювального приладу невідомий, то для вирішення кінцевого завдання, буде потрібно проведення як попередньої обробки даних, так і застосування статистичних методів дослідження фізичних залежностей.

Для вирішення завдань попередньої обробки використовуються різні статистичні методи: перевірка гіпотез, оцінювання параметрів і числових характеристик випадкових величин і процесів, кореляційний і дисперсійний аналіз. Для попередньої обробки, характерне ітераційне рішення основних задач, коли повторно повертаються до рішення тієї або іншої задачі після отримання результатів на поточному етапі обробки.

При обробці числових масивів, що є результатом експерименту, на практиці застосовують наступні вибірккові оцінки:

- математичне очікування

$$M_x = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i = \int_{-\infty}^{+\infty} x f(x) dx \quad (1)$$

- дисперсія

$$D_x = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - M_x)^2 = \int_{-\infty}^{+\infty} (x_i - M_x)^2 f(x) dx \quad (2)$$

- коефіцієнт асиметрії

$$A = \frac{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - M_x)^3}{\sigma_x^3} \quad (3)$$

- коефіцієнт ексцесу

$$E = \frac{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - M_x)^4}{\sigma_x^4} - 3 \quad (4)$$

де x_i значення результату в i -тому досліді;

N – число результатів в масиві (число вимірювань);

$\sigma_x = \pm \sqrt{D_x}$ – середньоквадратичне відхилення.

Похідна оцінка від величини математичного очікування і дисперсії є коефіцієнт варіації, що визначається у відсотках по формулі:

$$V = \frac{\sigma_x}{M_x} \cdot 100 \quad (5)$$

Дисперсія, середнє квадратичне відхилення і коефіцієнт варіації є кількісними характеристиками оцінки розсіювання значень результатів експерименту як випадкової величини і застосовуються при вивченні різних дій з випадковим результатом. Коефіцієнт асиметрії і коефіцієнт ексцесу є характеристиками більш вищого порядку. Перший характеризує «скривленість» розподілу вимірювальної величини, а другий – ступінь його «гостровершинності».

Обчислені, по експериментально спостережуваних випадкових величинах і випадкових функціях, статистичні характеристики, несуть інформацію не про всю генеральну сукупність, яка в загальному випадку

нескінченна, а лише про деяку її частину – вибірку, елементи якої виміряні з певними похибками. У зв'язку з цим, в результаті експерименту отримують лише деякі оцінки параметрів генеральної сукупності. Отже, і будь-яка вибіркова оцінка – це випадкова величина, точність визначення якої, і можливі при цьому похибки, необхідно контролювати. Слід також мати на увазі, що представлені вище параметри розподілу є точковими оцінками випадкових величин. Вони дозволяють судити про значення обчисленої статистичної характеристики в даній точці і нічого не говорять про можливі межі варіювання самої оцінки.

До обчислюваних в результаті експерименту оцінок випадкових величин пред'являються три основні вимоги: *спроможності, незміщеності і ефективності*. Вважають, що оцінка спроможна, якщо із зростанням об'єму вибірки вона наближається до дійсного значення; незміщена, якщо її математичне очікування наближається до дійсного значення; і ефективна, коли оцінка володіє найменшим розсіянням в порівнянні з будь-якими іншими оцінками. З двох оцінок ефективніша та, яка володіє меншою дисперсією, тобто значення якої розсіваються у вужчому інтервалі.

Похибки експериментальних вимірювань

Точність вимірювань будь-якої фізичної величини характеризується, абсолютною $\Delta x = x - \bar{x}$ і відносною $\frac{\Delta x}{\bar{x}} \cdot 100\%$ похибками (тут \bar{x} – дійсне значення), які, у свою чергу, складаються з суми систематичних δ і випадкових похибок.

Систематичні похибки δ постійні при кожному вимірюванні і залежать від технічного рівня вимірювальної апаратури і техніки експерименту. Ці помилки можна звести до мінімуму шляхом вибору найбільш оптимальних вимірювальних приладів і більш точних методів визначення досліджуваних змінних.

Випадкові похибки обумовлені впливом великої кількості чинників. Їх поява є випадковою від вимірювання до вимірювання, і не може бути заздалегідь врахованою внаслідок їх залежності від зміни умов вимірювань і мінливості самих вимірюваних величин. Проте при чималій кількості експериментів сумарне значення випадкових помилок, що змінюються приблизно однаково в позитивну і негативну сторону, наближається до нуля. Випадкові похибки в переважній більшості підкоряються нормальному закону розподілу.

При оцінці точності вимірювань рекомендується враховувати сумарну похибки

$$\varepsilon_{\Sigma} = \delta + \zeta \frac{\sigma_{\zeta}}{\sqrt{N}} \quad (6)$$

де σ_{ζ} середньоквадратичне відхилення випадкової величини ζ при числі вимірювань N .

Для величин, визначених шляхом непрямих вимірювань (розрахованих із інших величин, що вимірювалися безпосередньо) оцінка похибок здійснюється обчисленням статистичних оцінок по відповідних функціональних залежностях.

Вибіркові характеристики M_x , σ_x та ін., що визначаються на основі обмеженого числа спостережень, можуть наближатися до дійсних значень характеристик генеральної сукупності M_x^0 і σ_x^0 лише з певною точністю ε :

$$M_x^0 = M_x + \varepsilon; \quad \sigma_x^0 = \sigma_x + \varepsilon \quad (7)$$

Точність вибіркового спостереження (експерименту) може задаватися в одиницях вимірювання досліджуваної величини, в одиницях вибіркового значення σ_x , у відсотках досліджуваної величини або характеристики. Систематична помилка, будучи постійною, при цьому може не враховуватися. Ймовірність того, що дійсне значення характеристик генеральної сукупності знаходиться у певних межах, рівна

$$P(M_x - \varepsilon < M_x^0 < M_x + \varepsilon) \quad (8)$$

Оскільки математичне очікування будь-якої вибірки саме є випадковим величиною, то корисно встановити такий інтервал, в який із заданою ймовірністю буде потрапляти значення вимірювального параметра. Такий інтервал називається **довірчими межами**, а відповідна ймовірність – **довірчою ймовірністю** або, як часто говорять, надійністю. Довірчу ймовірність для зручності позначають як

$$(1 - \alpha) = P(a < M_x^0 < b) \quad (9)$$

де α є ймовірність похибки.

Ймовірність похибки α характеризує частку ризику в оцінці дійсного значення оцінюваної величини і часто називається **рівнем значимості**. Для зручності, величину довірчого інтервалу задають в долях середньоквадратичного відхилення. Довірчу ймовірність визначають, як площу, обмежену кривою нормального розподілу в інтервалі від $-z\sigma_x$ до $+z\sigma_x$. Використовуючи формулу стандартного нормального розподілу для коефіцієнта z , можна отримати формулу

$$z = \frac{\bar{x} - M_x}{\sigma_x} \quad (10)$$

довірчу ймовірність, згідно (8), записують у такому вигляді:

$$P(\bar{x} - z \frac{\sigma_x}{\sqrt{N}} < M_x^0 < \bar{x} + z \frac{\sigma_x}{\sqrt{N}}) \quad (11)$$

Визначають довірчий інтервал в такій послідовності: обчислюють параметр вибірки, вибирають довірчу ймовірність, визначають відповідне вибраному значенню число з таблиці табульованих значень функції стандартного нормального розподілу; обчислюють довірчий інтервал. Із збільшенням кількості вимірів достовірність експерименту зростає, а довірчий інтервал зменшується.

Окрім встановлення довірчих інтервалів, в завдання оцінки випадкових величин включають також і аналіз законів розподілу величин, що вивчаються, перевірку належності двох вибірок до однієї генеральної сукупності, порівняння середніх дисперсій для різних вибірок та ін.

Для кількісної оцінки правильності сформульованих дослідником гіпотез, використовують так звані статистичні критерії. Гіпотеза в статистиці трактується як припущення про розподіл випадкових величин. Розрізняють нульові і альтернативні гіпотези. Гіпотеза, відхилення від якої приписуються даному випадку, називається нульовою. Нульова гіпотеза – це гіпотеза про відсутність будь-якої відмінності (це те, що ми хочемо заперечити, якщо перед ними стоїть задача довести значимість відмінностей). Альтернативна гіпотеза – це гіпотеза про значимість відмінностей (це те, що ми хочемо довести). Статистичний критерій – це правило, яке забезпечує істинність чи хибність деякої гіпотези з високою ймовірністю. По відношенню між емпіричним та критичним значенням критерію можна судити про підтвердження чи хибність гіпотези. Для підтвердження гіпотези необхідно, щоб емпіричне значення перевищувало критичне. Критерії поділяються на параметричні і непараметричні. Параметричні критерії включають в формулу розрахунку параметри розподілу випадкової величини (тобто середні величини та їх дисперсії). Непараметричні критерії не включають в формулу параметри розподілу, а оперують із частотами та рангами.

До параметричних критеріїв відносяться критерії Пірсона та Стюдента.

Критерій Пірсона (критерій χ^2). Цей критерій застосовується в двох цілях: 1) для співставлення емпіричного закону розподілу з теоретичним, 2) для співставлення двох або більше емпіричних законів розподілу. Наприклад, для перевірки узгодження між експериментальним розподілом деякої величини і певним теоретичним законом розподілу необхідно: 1) знайти квадрати різниць між відповідними експериментальними і теоретичними значеннями величини, 2) поділити квадрати різниць на теоретичні значення і просумувати отримані числа. Отриману суму позначають χ_{exp}^2 (експериментальне значення критерію). Далі число χ_{exp}^2 порівнюють із критичним значенням для відповідного числа ступенів вільності (число наявних даних -1). Якщо χ_{exp}^2 менше за критичне значення, то розходження між експериментальним і теоретичним розподілом є статистично недостовірним.

t-критерій Стюдента – метод статистичної перевірки гіпотез, заснований на порівнянні з розподілом Стюдента (математична формула розподілу Стюдента може бути знайдена в спеціальній літературі з статистики). Найчастіше цей критерій застосовують для порівняння середніх значень у двох вибірках даних. У випадку незалежних вибірок, t-критерій розраховується за формулою:

$$t = \frac{|M_1 - M_2|}{\sqrt{\sigma_1^2 / N_1 + \sigma_2^2 / N_2}} \quad (12)$$

де, M_1 і M_2 – математичні очікування, σ_1 і σ_2 – середньоквадратичні відхилення, N_1 і N_2 – розмір вибірок.

Для обчислення, t-критерію у випадку двох залежних вибірок

$$t = \frac{|M_s|}{\sqrt{\sigma_s^2 / N}} \quad (13)$$

M_s – середня різниця значень, σ_s – середньоквадратичне відхилення різниць.

До непараметричних критеріїв відносяться критерії Розенбаума і Фішера.

Критерій Розенбаума (Q-критерій). Використовується для оцінки відмінностей між двома вибірками по рівню якої-небудь ознаки. Для використання Q-критерію необхідно 1) впорядкувати значення в кожній вибірці до зростання (спадання) ознаки, 2) визначити максимальне значення в другій вибірці, 3) підрахувати кількість значень першої вибірки (S_1), які більше за максимальне значення другої вибірки, 4) підрахувати кількість значень в другій вибірці (S_2), які менші за мінімальне значення в першій вибірці. Емпіричне значення Q-критерію визначається як $Q=S_1+S_2$. Далі, порівнюючи це значення з критичним, можна судити про підтвердження гіпотези відмінностей. Якщо Q-критерій не виявляє достовірних відмінностей, то це ще не означає, що їх немає. В цьому випадку користуються критерієм Фішера.

Критерій Фішера (F-критерій). Критерій оцінює достовірність відмінностей між процентними частками двох вибірок, в яких присутня ознака, що нас цікавить. Для застосування F-критерій необхідно виконати так зване кутове перетворення Фішера. Воно полягає в перетворенні процентних часток в величини центрального кута згідно з формулою:

$$\varphi = 2 \cdot \arcsin \sqrt{\rho} \quad (14)$$

де ρ – процентна частка. Емпіричне значення F-критерію розраховується по формулі:

$$\varphi_{\text{exp}} = (\varphi_1 - \varphi_2) \sqrt{\frac{n_1 n_2}{n_1 + n_2}} \quad (15)$$

φ_1 – кут, що відповідає більшій частці, φ_2 – кут, що відповідає меншій частці, n_1 і n_2 – кількість елементів першої та другої вибірки.

У розглянутих вище статистичних оцінках характеристик генеральної сукупності за вибірковими спостереженнями, кожному елементу сукупності відповідав тільки один вимірюваний параметр або ознака, тобто розглядалася

одновимірною системою. Якщо досліджувана система є багатовимірною, застосовуються методи дисперсійного і регресійного аналізу. Найважливішим завданням такого аналізу є виявлення наявності і визначення сили взаємозв'язку між різними випадковими величинами. Для цього застосовуються числові характеристики: коваріацію і коефіцієнт кореляції. Коефіцієнт кореляції є безрозмірною величиною (що лежить в межах від -1 до 1) і дозволяє оцінити, чи існує взаємозв'язок між випадковими величинами. У спеціальній літературі приводиться методи його визначення в конкретних ситуаціях і є стандартні програми розрахунку за допомогою комп'ютерної техніки. Якщо коефіцієнт кореляції відмінний від нуля, то існує кореляція між випадковими величинами. Рівність цього коефіцієнта нулю, означає незалежність випадкових величин. Особливості застосування цього коефіцієнта при рішенні конкретних задач аналізу приводяться в спеціальній літературі. Одним з основних завдань, які можна вирішити за допомогою дисперсійного аналізу, є побудова математичних моделей, найбільш адекватних процесам, що вивчаються, через аналіз отриманих результатів експерименту або обробки даних статистичних спостережень і матеріалів звітів.

У даному розділі неможливо розглянути всі варіанти і особливості застосування математичної статистики при рішенні конкретних задач обробки дослідних даних. Але автори і не ставили собі за мету зробити такий повний огляд. Метою авторів є бажання звернути увагу претендентів на вчений ступінь та їх наукових керівників на необхідність коректного застосування математичного апарату при обробці експериментальних даних.

Графічне представлення результатів наукової роботи

Як вже зазначалося раніше, одним із важливих етапів наукової роботи є візуалізація досліджуваних і отриманих результатів. Результати, представлені у вигляді графіка чи діаграми дають найбільш повну інформацію про проведені дослідження. На даний час існує багато прикладних пакетів, які дають можливість графічно представляти результати роботи. Традиційно, найбільш широкого використання набув Microsoft Excel, що входить до складу Microsoft Office. Однак, в даній книзі ми розглянемо інший прикладний пакет, розроблений корпорацією Microcal – Microcal Origin. Цей пакет представляє собою типовий табличний процесор, призначений для обробки даних, що подаються в табличному вигляді. На відміну від Microsoft Excel, який розроблений для обробки і візуального представлення комерційної інформації, дана програма спроектована для представлення числових даних у графічному вигляді і розрахована в першу чергу на використання в наукових дослідженнях. Вона дає можливість побудови графіків функцій однієї змінної в декартовій та полярній системах координат, створення діаграм та гістограм, представляє набір засобів для візуалізації функцій двох змінних. Крім того, Microcal Origin дає можливість математичної обробки результатів експерименту, наприклад, для Фур'є фільтрації, нелінійного регресійного аналізу за заданою формулою. Недивлячись на наявність вбудованої мови програмування і можливість проводити розрахунки в середині таблиці даних, основним призначенням Origin є саме графічне представлення даних. В цьому компоненті від переважає всі інші програми.



Розглянемо основні прийоми роботи з Microcal Origin на декількох прикладах.

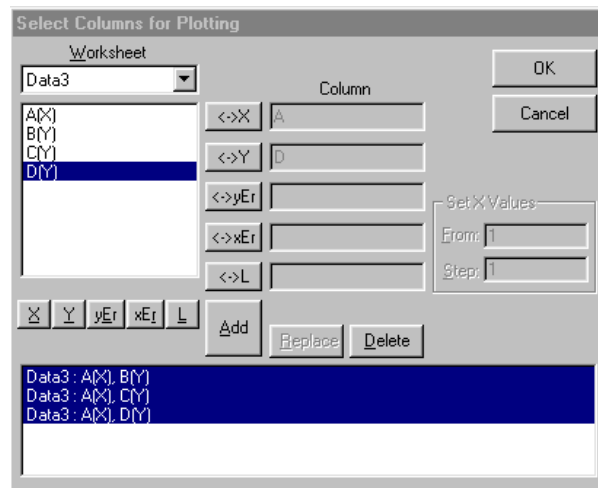
Приклад 1. Побудова графіка по даним, заданим у вигляді таблиці

В ході експерименту були одержані три вольт-амперні характеристики вакуумного діоду при трьох температурах катоду: $T_1=1500$ К, $T_2=2000$ К, $T_3=2500$ К.

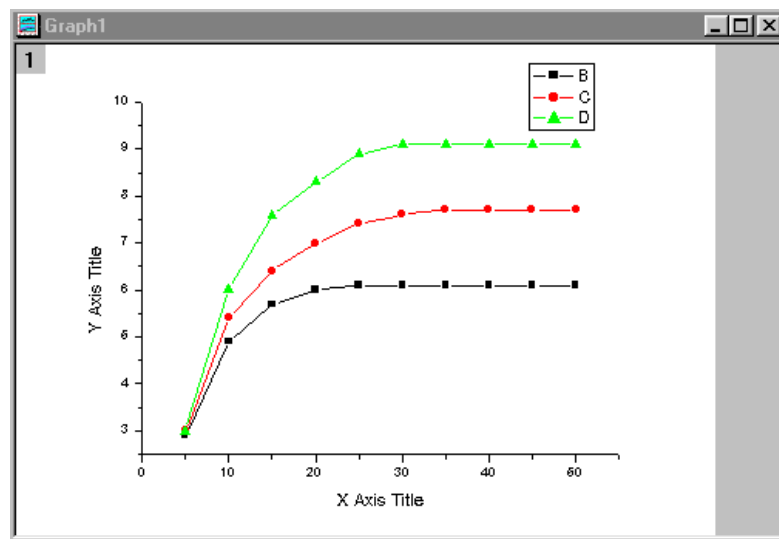
U, В	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
I ₁ , мкА	2,9	4,9	5,7	6	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1
I ₂ , мкА	3	5,4	6,4	7	7,4	7,6	7,7	7,7	7,7	7,7
I ₃ , мкА	3	6	7,6	8,3	8,9	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1

Необхідно побудувати графік залежності $U(I)$.

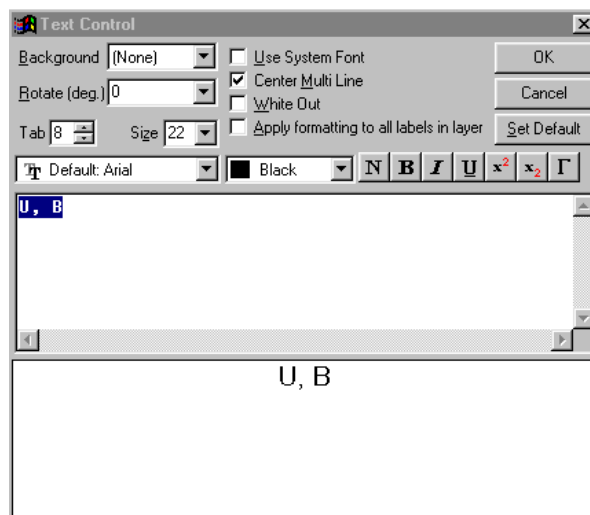
1. Створюємо новий проект. Для цього необхідно у меню “File” вибрати підменю “New...” і у віконці, що відкрилось вибрати “Project” і натиснути клавішу “Ok” (надалі в тексті послідовність таких дій буде позначатися: *File*→*New...*→*Project*→*Ok*). При першому запуску програми проект створюється автоматично.
2. Новостворений проект має одну таблицю (при необхідності їх можна добавляти, використовуючи *File*→*New...*→*Worksheet*→*Ok*. Спочатку таблиця має тільки дві колонки. Добавити необхідну кількість колонок можна: *Column*→*Add New Columns...*→*/Число колонок/*→*Ok*. В нашому випадку слід добавити дві колонки.
3. Вводимо в таблицю значення напруги та сили струму.
4. Створюємо графік згідно результатів експерименту. Для цього відкриваємо вікно вибору колонок для графіку: *Plot*→*Line+Symbol*. У цьому вікні вибираємо при необхідності в полі *Worksheet* назву таблиці, в списку колонок під ним вибираємо колонку, яка відповідає осі X і натискаємо . Назва колонки з’являється напроти кнопки. Аналогічно вибирається колонка для осі Y. Після вибору цих двох колонок натискається кнопка . В списку вибраних графіків з’являється строчка: *Data1 : A[X], B[Y]*. Ці ж дії слід повторити два рази для колонок C і D, після цього натиснути *Ok*.






На екрані повинно з'явитися вікно з графіком:

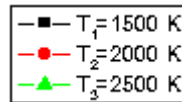


5. Вводимо нові надписи на осях координат: $U(B)$ та $I(\text{мкА})$. Для цього відкриваємо вікна вводу тексту подвійним натисканням лівої клавіші миші на полі "X Axis Title" або "Y Axis Title" на графіку:



Дане вікно дає можливість вибирати вид та розмір шрифту, варіанти накреслення , використовувати верхній та нижній індекси  та грецькі літери .

6. Аналогічним чином змінюємо написи на легенді графіку:

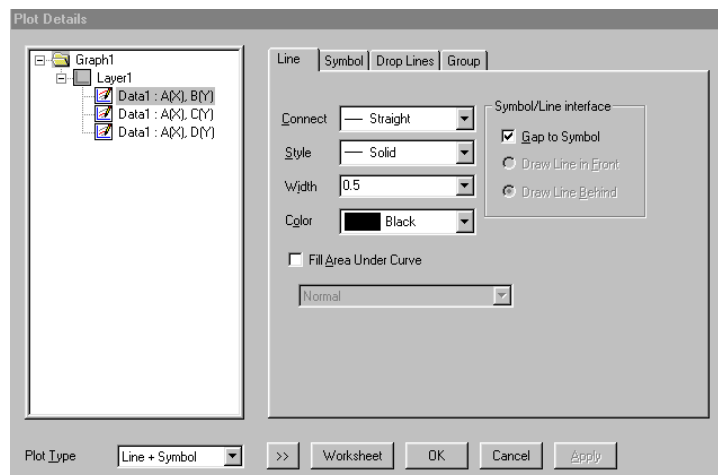



7. Для вводу назви графіку натискаємо кнопку  панелі інструментів



і вводимо "Вольт-амперна характеристика вакуумного діоду".

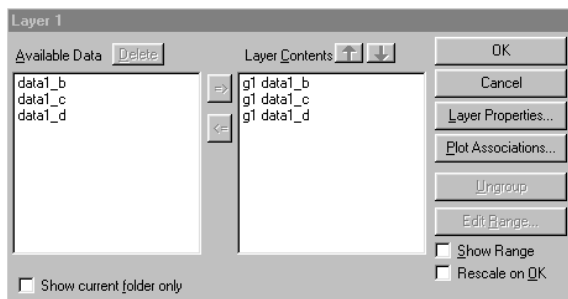
8. Відкриваємо вікно редагування графіка подвійним натисканням лівої клавіші миші на графіку. На ньому вибираємо вкладку *Line*.







В полі *Connect* замість *Straight* (пряма лінія) вказуємо *Spline* (крива лінія). Поля *Style*, *Width* і *Color* можна використати для зміни стилю, товщини та кольору лінії. Для редагування символів на графіку можна використати вкладку *Symbol*. Результат редагування можна побачити не закриваючи вікно, якщо натиснути .

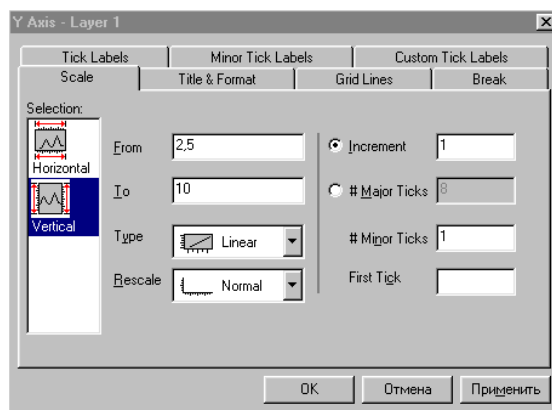
В нашому випадку всі три криві згруповані і зміна параметра для однієї приведе до зміни в усіх інших членів групи. Якщо ж криві незгруповані, то дії слід повторити для кожної кривої, вибираючи їх зі списку в лівій частині вікна. Для розгрупування на вікні графіка треба натиснути в лівому

верхньому куті кнопку з номером редагованого шару **1** (закривши спочатку вікно редагування графіка). У вікні в лівій частині вказуються всі набори даних, які можуть бути виведені на графіку, а в правій всі графіки, що виводяться з номером групи, якщо вона існує:



За допомогою кнопок  та  можна поповнювати або видаляти графіки зі правого списку виводу. Вибравши задану групу можна її розгрупувати за допомогою кнопки . Якщо вибрати незгруповані графіки, то їх можна об'єднати за допомогою кнопки .

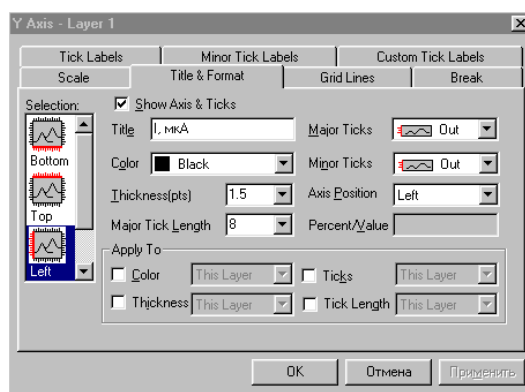
9. Відкриваємо вікно редагування осей графіка подвійним натисканням лівої клавіші миші на довільній осі:




Вкладка *Scale* використовується для зміни масштабу: *From* – початкове значення; *To* – кінцеве значення, *Type* – тип осі (найчастіше використовуються лінійні осі *Linear* та логарифмічні осі *Log10*), *Increment* – проміжок між двома основними поділками на осі, *# Minor Ticks* – кількість допоміжних поділок між двома основними. В лівій частині вкладки вибирається горизонтальна або вертикальна вісь. В нашому випадку

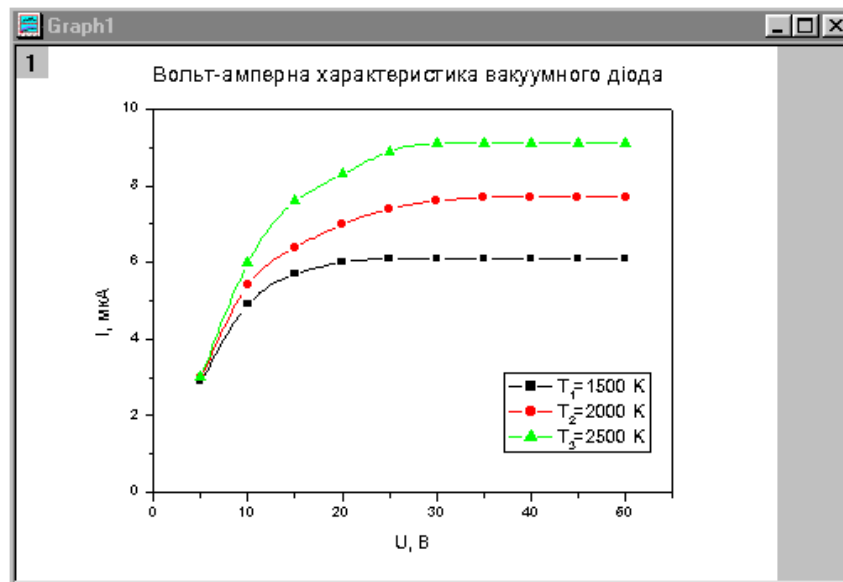
вносяться зміни для того, щоб графік починався по вертикалі з нуля і основні поділки розміщувалися через дві одиниці.

Вкладка *Title & Format* служить для редагування осей, які вибираються в лівій частині вікна (*Bottom* – нижня, *Top* – верхня, *Left* – ліва, *Right* – права вісь). Для появи на графіку відповідної осі встановлюється флаг *Show Axis & Ticks*. Поле *Title* встановлює напис на осі, *Color* – колір, *Thickness(pts)* – товщину, *Major Tick Length* – довжину основних міток, *Major Ticks* і *Minor Ticks* – положення основних і допоміжних міток. Використовуючи цю вкладку вводимо праву і верхню осі без міток.



Для редагування також використовуються вкладки *Grid Lines* (координатна сітка), *Tick Labels* (мітки), *Minor Tick Labels* (допоміжні мітки), *Custom Tick Labels* (ручний ввід міток), *Break* (розриви). Довільні зміни можна побачити за допомогою кнопки .

10. В результаті редагування на екрані одержується наступний графік:



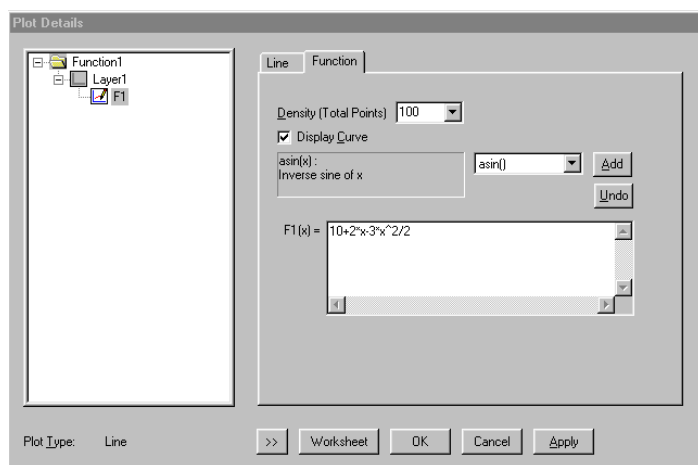
11. Зберігаємо файл *File* → *Save Project As...*

12. Для копіювання в графіка буфер обміну використовуємо *Edit* → *Copy Page*. Він може бути використаний в інших програмах, наприклад в *Microsoft Word*. Для цього слід запустити *Microsoft Word* і у відкритий документ вставити вміст буферу (*Правка* → *Вставити*).

Приклад 2. Побудова графіка функції

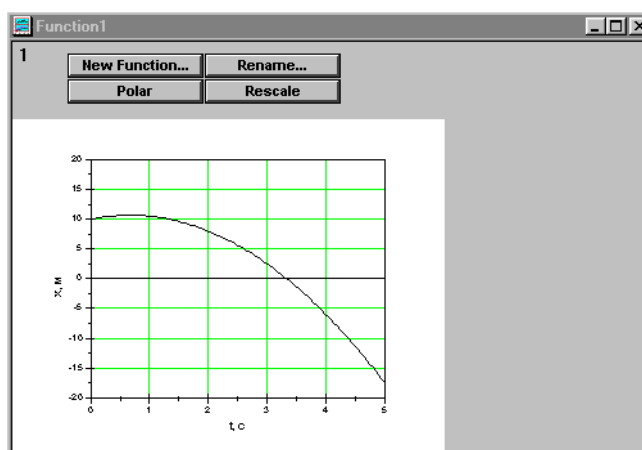
Матеріальна точка рухається рівноприскорено за законом $x(t) = x_0 + v_0 t + \frac{at^2}{2}$, де $x_0=10$ м, $v_0=2$ м/с, $a=-3$ м/с². Побудувати залежність $x(t)$ в інтервалі часу від 0 до 5 с.

Для побудови графіка за заданою функцією відкрити новий проект і в ньому вибрати пункт меню *File* → *New...* → *Function* → *Ok*. Відкривається вікно, в якому можна ввести формулу та кількість точок при розрахунку графіка:



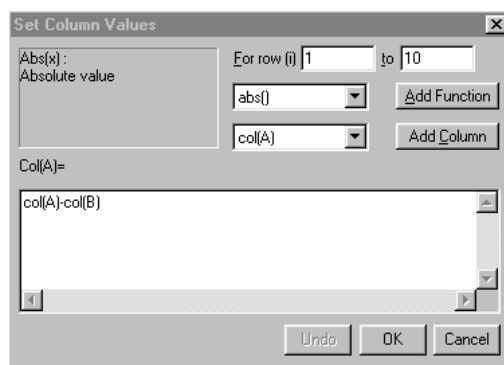
При введенні формули можна використовувати стандартні математичні дії та функції (піднесення до степеня позначається ^).

Після натискання *Ok* на екрані одержуємо зображення графіка. Після редагування та введення меж по осі *OX* аналогічно до *прикладу 1* одержуємо кінцеве зображення:



Примітка

Формули можна використовувати не тільки для виведення графіків, але і для перетворення даних. Для обрахунку колонки в таблиці за формулою відмічаємо цю колонку подвійним натисканням лівої кнопки миші на заголовку колонки та вибором пункту меню *Column* → *Set Column Values...* Відкривається спеціальне вікно, в якому можна вводити формулу:



В формулах можна використовувати дані будь якої колонки таблиці, позначаючи їх як $col(A)$ (колонка A), $col(B)$ (колонка B) і т.д. В формулі можна використовувати і номер рядка i . Поля *For row (i)* та *to* вказують на перший та останній рядок, які підлягають обрахунку. У вікні на малюнку в колонці A буде розраховано з першого по десятий рядок, як різницю між значеннями в кожному рядку колонок A та B.

Приклад 3. Нелінійний регресивний аналіз

Програма Microcal Origin пропонує можливість обробки результатів експерименту на основі нелінійного регресивного аналізу.

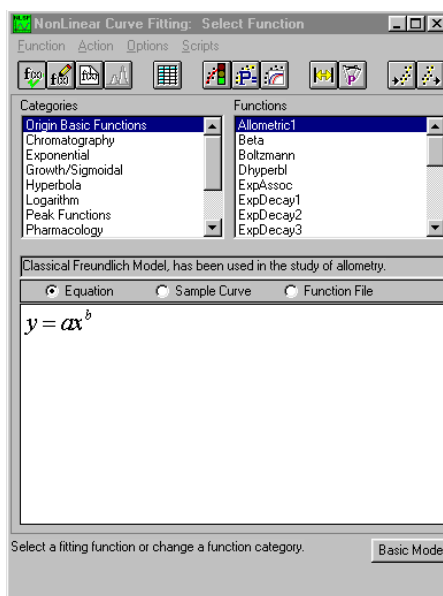
Розглянемо методику його здійснення на наступному прикладі:

При вивченні рівноприскореного руху тіла вимірювалася його координата в різні моменти часу. Визначити за експериментальними даними початкову координату, початкову швидкість та прискорення, з яким рухалося тіло.

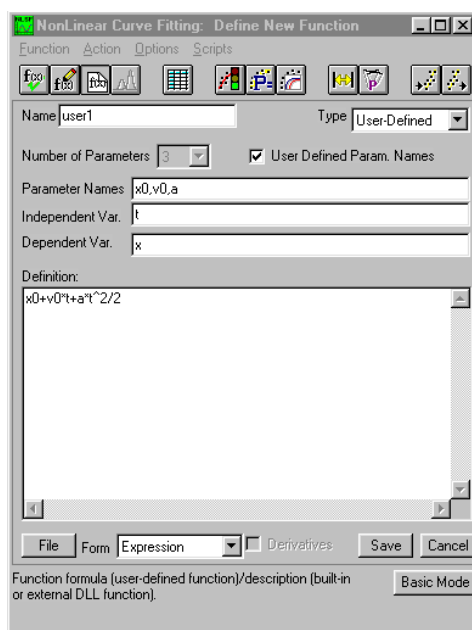
t, c	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
x, м	58	73	107	159	183	233	269	331	371	445	498	577	641	725	783


1. Створюємо таблицю, яка складається з двох стовпчиків.
2. Будуємо графік $x(t)$, виконуючи необхідне форматування осей координат, написів на осях і т.д. (для побудови тільки точок на графіку використовувати *Plot→Scatter*).


3. Відкриваємо вікно нелінійного регресивного аналізу: *Plot*→*Non-linear curve fit*.

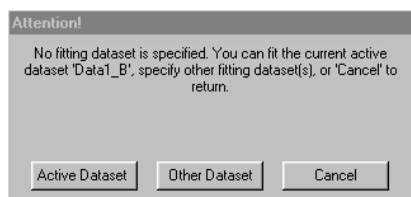


Вікно має 12 вкладок, доступ к яким здійснюється за допомогою кнопок в верхній частині вікна. При першому звертанні відкривається вкладка *Select Function* (f03). Існує великий набір вже існуючих функцій, які вибираються в списку *Functions*. Вони об'єднані в окремі групи в списку *Categories*. Для таких функцій можна подивитися рівняння (вибрати *Equation*) або зразок кривої (*Sample Curve*). Для функцій, заданих користувачем, доступним є тільки опис функції (*Function Files*). Для введення нової функції вибирається вкладка *Define New Function* (f04):




В полі *Name* вказана назва функції, яку при необхідності можна змінити. За умовчанням параметри (поле *Parameter Names*) носять назви P1, P2 і т.д., а їх кількість вказується в полі *Number of Parameters*. Замість цього вибираємо власні назви параметрів, встановлюючи *User Defined Param. Names* і записуючи їх в полі *Parameter Names* через кому (в назвах параметрів заборонено використання наступних назв – x, y, z, j, i, t, x1...xn, y1...yn, z1...zn). Як незалежну змінну (*Independent Var.*) вибираємо t, а залежну (*Dependent Var.*) – змінну x. В полі *Definition* вводиться сама функція з урахуванням запропонованих назв параметрів та незалежної змінної. До змін в функції завжди можна повернутися, використовуючи вкладку *Edit Function* ().

4. Вибираємо вкладку *Fitting Session* (). При цьому з'являється вікно, в якому повідомляється, що в таблиці *Data1* колонка B буде використана для аналізу. Потрібно вибрати *Active Dataset*.




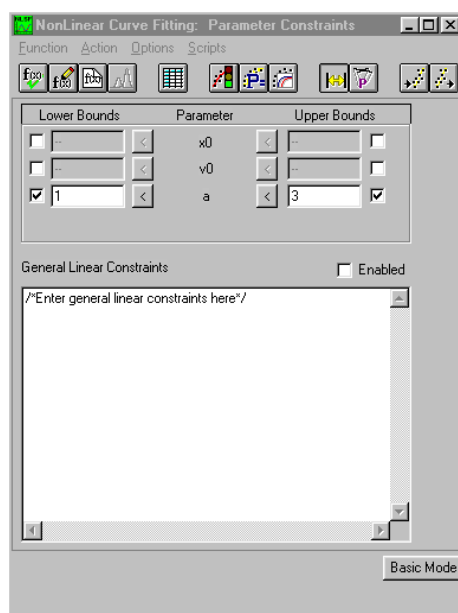
У вікні *Fitting Session* вводимо початкові значення параметрів x_0 , v_0 , a в стовпчику *Value*, які вибираються довільним чином (при нездатності обрахувати кінцеві значення параметрів, початкові значення змінюються). При необхідності деякі параметри можна зафіксувати, знявши відмітку в стовпчику *Vary ?* напроти заданого параметру.

Після цього вибираємо кнопку  і у вікні з'являються кінцеві результати нелінійного регресивного аналізу (дана кнопка передбачає підряд 10 ітерацій, при можливості програма автоматично зменшує їх кількість, при необхідності можна повторити процес) При цьому в списку параметрів з'являються нові значення, а на графіку – крива, що відповідає значенням параметрів.



Близькість параметра *Dependency* до одиниці вказує на те, наскільки близькі експериментальні результати до теоретичної формули.

Інколи буває необхідно обмежити область зміни параметрів. Для цього існує вкладка *Parameter Constrains* () . Колонки *Lower Bounds* та *Upper Bounds* відповідають мінімальним і максимальним значенням параметрів. Так на рисунку введено обмеження на значення прискорення від 1 до 3.



Список рекомендованих джерел і літератури

1. **Ануфриев А. Ф. Научное исследование. Курсовые, дипломные и диссертационные работы: Пособие** / Московский гос. открытый педагогический ун-т им. М.А.Шолохова. Факультет психологии. — М. : Ось-89, 2005. — 112с.
2. **Ашерев А.Т. Подготовка, экспертиза и защита диссертаций: Учеб. пособие для магистров, аспирантов и соискателей всех спец.** / Украинская инженерно-педагогическая академия. — Х. : Издательство УИПА, 2002. — 136с.
3. **Ашерев А. Т. Диссертации. Экспресс-анализ качества: руководство для экспертов, оппонентов и науч. руководителей: монография** / Украинская инженерно-педагогическая академия. — Х. : Кортес-2001, 2008. — 53с.
4. **Баскаков А.Я., Туленков Н.В. Методология научного исследования: Учеб. пособие.** - К.: МАУП, 2002. - 216 с.
5. **Білуха М.Т. Методологія наукових досліджень: Підручник.** - К.: АБУ, 2002. - 480 с.
6. **Волков Ю.Г. Диссертация: Подготовка, защита, оформление: Практическое пособие** / Под ред. Н.И. Загузова. - М.: Гардарики, 2002. - 160 с.
7. **Воротіна Л.І., Воротін В.Є., Гуткевич С.О. Кандидатська дисертація: методика написання і захисту: Посібник для аспірантів і здобувачів наукового ступеня.** - К.: Вид-во Європ. ун-ту, 2006. - 138 с.
8. **Де і як публікувати результати дисертаційних досліджень.** Зб. нормат. док. з питань атестації наук. працівників / Юрій І. Цеков (уклад.) — 3-вид., випр. і доп. — К. : Редакція "Бюлетеня Вищої атестаційної комісії України"; Толока, 2004. — 128с.
9. **Дисертаційні дослідження у галузях агропромислового виробництва з економічних спеціальностей** / Український НДІ продуктивності агропромислового комплексу Міністерства аграрної політики України / Володимир Валентинович... Вітвіцький (авт.-упоряд.). — К. : НДІ "Укראгропромпродуктивність", 2009. — 208с.
10. **Диссертация: методика написания. Правила оформления. Порядок защиты.** Практическое пособие для докторантов, аспирантов и магистрантов. - 2-е изд., доп. - М.: Ось-89, 2001. - 320 с.
11. **Довідник здобувача наукового ступеня.** Зб. нормат. документів та інформ. матеріалів з питань атестації наук. кадрів вищ. кваліфікації / За ред. Р.В.Бойка;

- [Упорядкув. Ю.І.Цеков] 3. — 3-є вид., випр. і допов.. — К.: Ред. «Бюл. Вищ. атестац. комісії України»: Толока, 2003. — 69 с.: іл.
12. **Довідник офіційного опонента.** Збірник нормативних документів та інформаційних матеріалів з питань експертизи дисертаційних досліджень / Упорядник Ю.І. Цеков; за редакцією Р.В. Бойка. - К.: Редакція "Бюлетеня Вищої атестаційної комісії України", видавництво "Толока", 2010. - 64 с.
 13. **Захаров Ю.В., Радченко М.І. Подання результатів у дисертаційній роботі:** Метод. рекомендації / Український держ. морський технічний ун-т ім. адмірала Макарова. — Миколаїв : УДМТУ, 2003. — 22с.
 14. **Здобувачу наукового ступеня:** Метод. рекомендації / Упоряд. С.В. Сьомін. - К.: МАУП, 2002. - 184 с.
 15. **Зосимов А. М., Голік В. П. Дисертаційні помилки:** монографія. — 4-е вид., доп. і випр. — Х. : ІНЖЕК, 2009. — 264с.
 16. **Зосимов А. М., Пархоменко Л. К. Доказове рецензування медичних дисертацій.** — Х. : Факт, 2008. — 143с.
 17. **Иванов В. А., Ощепков Г. С., Селетков С. Г. Подготовка диссертаций в системе послевузовского профессионального образования:** Учеб. пособие для аспирантов, докторантов и соискателей ученой степени кандидата (доктора) наук / Марийский гос. технический ун-т; Ижевский гос. технический ун-т. — Йошкар-Ола, 2000. — 195с.
 18. **Как защитить диссертацию: Нормативно-правовые аспекты.** — М. : Компания Спутник+, 2006. — 136с.
 19. **Ковалів Ю. І. Абетка дисертанта. Методологічні принципи написання дисертації:** посібник. — К. : Твім інтер, 2009. — 457с.
 20. **Кузнецов И.Н. Диссертационные работы: Методика подготовки и оформления:** Учебно-методическое пособие / Под общ. ред. докт. экон. наук, проф. Н.П. Иващенко. - М.: Издательско-торговая корпорация "Дашков и К", 2003. - 426 с.
 21. **Кузнецов И. Н. Диссертационные работы: методика подготовки и оформления:** учебно- методическое пособие. — Изд. 3-е, перераб. и доп. — М. : Дашков и Ко, 2007. — 464с.
 22. **Майборода В.К., Майборода С.В. Попередній розгляд (передзахист) дисертації на засіданні кафедри (відділу) й оформлення відзиву установи, в якій вона виконувалася:** Відповіді на типові запитання. Поради / Національна академія держ. управління при Президентові України. — К. : Видавництво НАДУ, 2004. — 21с.

23. **Макаров Р. Н., Неделько В. Н., Суркова Е. В. Аспиранту о науке и конструкции диссертационного исследования: справочное пособие /** Международная академия проблем человека в авиации и космонавтике; Государственная летная академия Украины. — М.; Кировоград, 2005. — 357с.
24. **Методы исследований и организация экспериментов /** Под ред. проф. К.П. Власова. - Х.: Издательство "Гуманитарный центр", 2002. - 256 с.
25. **Найн А. Я. Технология работы над кандидатской диссертацией по педагогике /** Уральская гос. академия физической культуры. — Челябинск, 1996. — 144 с.
26. **Наринян А.Р., Поздеев В.А. Основы научных исследований: Учеб. пособие. -** К.: Изд-во Европ. ун-та, 2002. - 110 с.
27. **Наумовець А.Г. Ви віч-на-віч з аудиторією: Дещо про "технологію" наукових доповідей, популярних лекцій, дисертаційних промов і конкурсних проєктів /** НАН України; Інститут фізики. — К. : Наукова думка, 2003. — 56с.
28. **Новиков А.М. Как работать над диссертацией: Пособие для начинающего педагога-исследователя. -** 3-е изд. - М.: Издательство "Эгвес", 1999. - 104 с.
29. **Порядок державної реєстрації та обліку відкритих науково-дослідних, дослідно-конструкторських робіт і дисертацій: нормативний документ. —** К. : Толока, 2008. — 16с.
30. **Райзберг Б.А. Диссертация и ученая степень. Пособие для соискателей. М.:** ИНФРА-М, 2002. - 400 с.
31. **Райзберг Б.Я. Диссертация и ученая степень. Пособие для соискателей. -** М.: ИНФРА-М, 2000. - 304 с.
32. **Рыжиков Ю. И. Работа над диссертацией по техническим наукам: [метод. рекомендации]. —** Изд. 2-е, испр. и доп. — СПб. : БХВ-Петербург, 2007. — 511с.
33. **Серьогін С. М., Вікторов В. Г., Хожило І. І., Соколовський С. І. Методологічні засади підготовчого етапу планування дисертаційних робіт: На здобуття наукового ступеня кандидата наук з державного управління /** Національна академія держ. управління при Президентові України. Дніпропетровський регіональний ін-т держ. управління. — Д., 2006. — 98с.
34. **Федорів Я.Р., Регеда М.С., Грицько Р.Ю., Томашова С.А., Мисула І.Р., Дзюбановський І.Я. Коментарі до написання, оформлення і захисту дисертаційної роботи на здобуття наукового ступеня доктора (кандидата) наук та присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника /** Львівський національний медичний ун-т ім. Данила Галицького МОЗ України ; ТзОВ "Львівський медичний ін-т" ; Державний вищий навчальний заклад

- "Тернопільський держ. медичний ун-т ім. І.Я.Горбачевського. — Л. : ЛНУ ім. Данила Галицького, 2009. — 162с.
35. **Шаршунов В. А., Гулько Н. В. Как подготовить и защитить диссертацию: история, опыт, методика и рекомендации.** — 2. изд., стер. — Минск : УП "Технопринт", 2004. — 460с.
36. **Шейко В.М., Кушнарченко Н.М. Організація та методика науково-дослідницької діяльності:** Підручник - 2-е вид., перероб і доп. - К.: Знання-Прес, 2002. - 295 с.
37. **Як підготувати і захистити дисертацію на здобуття наукового ступеня.** Методичні поради / Автор-упорядник Л.А. Пономаренко, д.т.н., проф. - К.: Редакція "Бюлетеня Вищої атестаційної комісії України", Видавництво "Толока", 2010. - 80 с. - Бібліогр. с. 80.
38. **Як правильно оформити дисертацію та документи атестаційної справи:** зб. нормат. док. з питань атестації наук. кадрів вищої кваліфікації / Юрій Іванович Цеков (упоряд.) — [Вид. 2-ге, випр. й допов.]. — К. : Редакція "Бюлетеня Вищої атестаційної комісії України"; Толока, 2010. — 47с.